

CALL NO...03...535.33
12AY-6

A. No...1282.....

Class, No.....

Sh. No...R 80.....

LUFT.

Literatur.

- 24 J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 511-524 (1909).
- 25 J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077-1100 (1909).
- 26 L. Ciechowski, Die Absorptionsspektren einiger verdünnter Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg i. Schweiz 1910, 86 pp. Absorption.
- 27 J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.
- 28 Gordon S. Fulcher, The production of light by cathode rays. Astroph. J. 34 p. 283-296 (1911).
- 29 G. J. Elias, Anomale magnetische Drehungsdispersion und selektive Absorption. Ann. d. Phys. (4) 35 p. 299-346 (1911). Absorption.
- 30 G. A. Hemaitech, Sur le spectre de lignes de l'air donné par l'étincelle de self-induction. C. R. 152 p. 1007-1009 (1911).
- 31 G. A. Hemaitech, Sur le spectre de l'air donné par la décharge initiale de l'étincelle de self-induction. C. R. 152 p. 1471-1474 (1911).
- 32 M. Arcta, Über den langwelligen Teil des Kupferfunken- und Kupferbogen-Spektrums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 236-236 (1911).
- 33 F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 89-90 1911.
- 34 F. J. Kasper, Messungen am Silberpektrum. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 61-62 (1911).
- 35 O. Schultemann, Das Funkenspektrum des Indiums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 263-264 (1911).
- 36 Sir W. N. Hartley, and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38-48 1912.
- 37 F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Band III. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1912. p. 2-4.
- 38 H. Schippers, Messungen am Antimonpektrum. Dissert. Bonn 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 235-235 (1912).
- 39 J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der „Grundspektren“ und über die Spektren der Luft, des Stickstoffs und Sauerstoffs in Goldblechröhren. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145-206 (1913).
- 40 G. S. Fulcher, Spectra of low potential discharge in air and hydrogen. Physik. Zs. 13 p. 1137-1142 1912. Astrophys. J. 37 p. 60-71 1913.
- 41 R. W. Lawton, The spectra of high-frequency discharge in Geissler tubes. Phil. Mag. 6 26 p. 991-991 (1913).
- 42 A. Naecken, Über Messungen im Magnesiumspektrum nach internationalen Normen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 64-64 (1912).
- 43 H. Grünter, Das Bogen- und Funkenspektrum von Aluminium in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 1-10 (1914).
- 44 F. Klein, Das Bogen- und Funkenspektrum von Blei in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 16-30 (1912).

45. O. Holtz, Messungen im Bogen- und Funkenspektrum des Calciums nach den internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 101-122 1913.
 46. K. Hasbach, Das Bogen- und Funkenspektrum des Kupfers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 389-430 1914.
 47. J. Frings, Das Bogen- und Funkenspektrum des Silbers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 165-182 1915.
 48. P. W. Merrill, Note on the air lines in spark spectra from λ 6927 to λ 8719. *Astrophys. J.* 51 p. 236-243 1920.
 49. P. W. Merrill, F. L. Hopper, Clyde R. Keith, Identification of air lines in spark spectra from λ 6927 to λ 8983. *Astrophys. J.* 54 p. 64-77 1921.

Das Spektrum, welches man bei allen Untersuchungen von Metallfunkenspektren in Luft als ständige Beigabe erhält, das Funkenspektrum der Luft, ist im letzten Jahrzehnt in vielen Abhandlungen mehr oder weniger eingehend untersucht worden. Wenn die Angaben auch dadurch erheblich zuverlässiger geworden sind, so ist doch noch immer die Unsicherheit sehr groß. Erstens schwanken wegen der großen Unschärfe der Linien, die sie erreichen mehr als 10 A.E. Breite, die Wellenlängen sehr stark, so daß im allgemeinen nur die Zehntel gesichert erscheinen, bei manchen Linien aber nicht einmal 5 Zehntel. Schlimmer aber ist, daß bei sehr vielen Linien die Zugehörigkeit zur Luft unsicher ist. Es scheint, daß je nach dem benutzten Metall die Intensitäten der Linien stark variieren. So erhält z. B. eine Liniengruppe zwischen 4680 und 4688 die Intensitätsbezeichnungen Eder und Valenta (25) : 5, 4, 8, 2, 2, 6, 5, 8, 2; Exner und Haschek (30) : 2, 2, 2, 1, 2, 5, 5, 8, 2; Schulemann (34) : 4, 3, 5, 1, 2, 6, 6, 3, 6; Frings 47. : 2, 2, 3, 0, 1, 4, 8, 3, 2. Charakteristisch sind auch die Angaben von Wagner (38), welcher Funken zwischen Elektroden aus Cu, Ag, Al vergleicht. — Fast jeder Beobachter führt einige Linien ganz allein an; wenn ungefähr an der Stelle eine Linie von O, N oder A liegt, so ist man aus diesem Grunde nie berechtigt, die Linie für eine Metalllinie zu erklären, sondern es ist immer möglich, daß es sich wirklich um eine Luftlinie handelt. Auch ein Vergleich mit den übrigen auch noch sehr unvollkommenen Tabellen für O und N führt nicht zum Ziel. Es zeigt sich, daß die im Geißlerrohr, also bei kleinem Druck erhaltenen Intensitäten vielfach ganz andere sind, so daß manche sehr starke Linien des Geißlerrohres von keinem einzigen Beobachter des Luftfunkens gesehen worden sind. Daß auch die Wellenlängen schlecht übereinstimmen, ist voranzusuchen; die Verbreiterungen sind ja meist unsymmetrisch und zwar stärker nach Rot, so daß die Luftfunkenslinien meist größere Wellenlänge haben; in gleichem Sinne wirkt Druckverschiebung. Man vergleiche z. B. die Tabelle bei Merrill (48). Ein letzter Grund für die Unsicherheit ist der, daß die Elektroden manchmal ganz unerwartete Verunreinigungen besitzen, deren Linien dann wegen der Ungenauigkeit der Wellenlängenbestimmung nicht mit Sicherheit erkannt werden können.

So hinterläßt die ganze Tabelle ein unangenehmes Gefühl der Unsicherheit, wenn auch die Mehrzahl der Linien gesichert ist. Für die nun aufzu-

stellende Tabelle sind die Angaben von Eder und Valenta [24, 25], von Exner und Haschek [36], und von Frost und Adams [21] aus dem Rowlandschen System in das internationale umgerechnet nach der Korrektortabelle in Bd. VI p. 891. Die Unsicherheit der Korrektur spielt bei der Ungenauigkeit der Messungen keine Rolle. Alle übrigen Angaben sind direkt in J. A. gemacht. — Eder und Valenta [27, p. 85] geben eine vollständige Tabelle der Luftlinien, größtenteils nach fremden Beobachtungen; allein sie nehmen darin auch Beobachtungen in Geißleröhren auf. Das scheint mir unberechtigt. In der Tat enthält ihre Tabelle viele Linien, die von keinem einzigen Beobachter im Funkenspektrum bei Atmosphärendruck beobachtet worden sind, also zu streichen sind.

In der folgenden Tabelle sind nicht alle Messungen aufgeführt; Schippers [38], Grüner [43], Klein [44], Holtz [45], Hasbach [46] haben nur einzelne wenige Linien gemessen. Dagegen habe ich die Zahlen von Frost und Adams [21], die im Band V nicht aufgeführt waren, hinzugenommen, da sie besonders zuverlässig scheinen. Der chemische Ursprung ist hinzugefügt, soweit er von den Autoren angegeben wird. — Ich habe in der Tabelle auch Mittelwerte angegeben, die unter kritischer Berücksichtigung der Beobachtungen ausgerechnet sind.

Für längere Wellenlängen als λ 6610 liegen nur Messungen von Merrill [48, 49] vor; sie seien vorausgeschickt.

	Inten- sität	Ur- sprung		Inten- sität	Ur- sprung		Inten- sität	Ur- sprung
8719.2	00		8200.72	1		7412.50	10	
8712.00	0		8198.42	1		7392.0	0	
8703.8	00		8186.26	1		7324.04	8	
8692	00		7962.3	2	0	7384.53	1	A
8686.41	0		7961.10	3	0	7167.36	0	0?
8688.70	1		7947.83	4	0	7007.0	0	A
8680.63	2		7775.00	0	0	6905.06	1	A
8680.02	0		7774.33	7	0	6900	1	
8664	00		7772.07	10	0	6887.61	1	
8446.81	5	0	7685.70	1	A	6864	00	
8242.80	4		7515.16	0	A	6811.0	0	
8230.20	0	0	7505.84	0	A	6721.25	1	
8223.48	4		7479	—	0	6664.78	2	
8216.72	7		7468.72	14	0?	6640.7	0	
8211.12	2		7458.7	0				

	Eder u Valenta	Kaser u Haschek	Merrill	Arata	Kasper	Schule- mann	Schar- bach	Ur- sprung	Mittel
6010	21	0	45	1	30	8		N	6010.4
6083	2.74	10		5	12			H	6083.2
6182	0.8	10	07	2	06	7		N	6182.0
66								O	66.0
6379	0.43	1		62	3		0	N	6379.3
70	3		5	1	92	0			70.7
68				18	0			N	68.1
41				5				N	41.5
6244				22	1		40	N	6244.8
6171	0.8	1	5	1	0	3		O	6171.0
60				72	1				60.7
68								O	68.0
6662	40	2	4	1	33	4		N	6662.4
41	39	10	7	10	54	11		N	41.6
40	12	2	5	2				N	40.5
31	60	10	33	5	74	7		N	31.8
27	75	5	33	3	33	5		N	27.8
6767	44	2	38	1			7	N	6767.4
47	27	4	25	1			0	N	47.5
30	02	2	5	1			0	N	30.6
10	68	2	67	2				N	10.7
6096	18	1	18	5				N	6096.2
79	44	10	48	30			4	N	79.5
75	95	3	93	5			6	N	75.9
60	65	5	60	10			7	N	60.6
45	65	1					7	N	45.6
6692								O	6692.3
66			3	1				N	66
62	10	3	1.05	1				N	62.0
45	47	3						N	45.4
55	25	5	18	2				N	55.2
80	11	4	08	2				N	80.2
95	17	2	11	1				N	95.2
5495	72	4	69	2				N	5495.7
80	10	3	07	1				N	80.1
78	10	2						N	78.1
63	61	1						N	63.8
64	17	4	20	1				N	64.1
62	05	2	17	1				N	62.1
82			14	1				N	82.1
11	60	2						N	11.5
6365	45	1/2						N	6365.4
51	19	2						N	51.2
41	21	1						N	41.2
38	78	1						N	38.7
95	59	1/2						N	95.6
25	06	1/2						O	25.1
20	57	2						N	20.5

1) Scharbach gibt noch 6697.56 (1), 6685.80 (9).

2) Diese Linie findet auch Hasbach: 6482.24 (1).

3) Kasper gibt noch 5400.9 (1).

	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Aretz	Kasper	Schule- mann	Schar- lach	Frlings	Er- sprung	Mittel	
5806						03	1			
5281	73	1		—				N	5281.7	
88						66	4			
60		6	1					N	60.6	
06	65	1						O	06.6	
5190	70	2		1	0			N	5190.6	
86	07	2						N	86.1	
83	21	1						O	83.2	
79	13	1	46	1	60	2	0	N	79.4	
75	94	4	89	1		83	1	N	75.9	
73	46	2		40	1			N	73.4	
71	66	2			294	1		N	72	
60	07	1						O	60.1	
60	—	—				40	2		60.8	
48	67	1/2						O	48.6	
36	—	—				10	1		36.1	
5078	48	1						N	5078.6	
61	85	1						N	61.8	
45	08	8	10	2	13	3	08	1	N	45.1
82	—	—					26	1		82.8
26	06	5	6	1	75	1		N	26.7	
23	01	2			283	1		N	22.9	
16	36	2	3	1	61	2		N	16.4	
13									13.9	
10	64	3	61	1	68	1		N	10.6	
07	17	6	32	2	31	1		N	07.4	
05	60	10	12	3	18	1	0	N	06.2	
01	40	10	36	3	12	6	44	0	N	01.4
004	11	4	12	1	38	1		N	4004.4	
91	48	1	2	1	17	2		N	91.3	
87	39	1	40	1	32	3		N	87.4	
64	76	1						N	64.8	
66	79	1	43	2	483	2		O	66	
48	06	3	298	3	01	1		O	48.0	
42	5	2						N	42.6	
41	0.99	2	10	1	03	1		N	41.0	
34	90	1			71	2		N	34.8	
31	66	3	68	1	38	2		O	31.6	
06	86	1	87	1	86	2		O	06.8	
4806	21	1	16	1	30	3		N	4806.3	
90	01	1						O	90.9	
79	64	1	7	1	75	3		N	79.7	
71	63	1						O		
60	14	1			34	1		N	60.3	
66	75	1			85	1		O	66.8	
47					73	1		N	47.7	
10	24	1	20	1	11	2		N	10.3	
06	82	1	100	1	613	2		N	06.9	
03	85	5	16	5	38	5	3	N	03.8	
4703	74	1	72	2	80	3		N	4703.7	
88	21	4	12	3	20	1	8	N	88.2	
81			24	1				N	81.2	

	Eder u. Valenta	Exner u. Haasek	Aretz	Kasper	Schule- mann	Schar- bach	Frings	Nacken	Fröstl Adams	U- sprung	Mitte
4779	78 3	77 2	71 1	8 0	88 2		001 1			N	4779.8
74	16 1	2 1			27 1					N	74.2
84	513 1	72 1	78 2		44 1					N	61.1
81	22 1	2 1	00 1							O	81.2
85		00 1	00 2		80 1					N	85.5
18	16 2	40 1	40 2		08 2		37 1			N	18.4
09	87 2	10 1	10.81 2	9 0	10 17 2					O	10.1
06	34 3	20 2	43 2	34 0	10 6	47 1	35 3	65		O	05.4
06	02 1	22 1								N	06.1
08				20 1	28 1					O	08.1
4889	00 5	15 2		20 1	22 4	14 1	24 2	43		O	4889.5
97		67 1								N	97.4
76	18 4	16 2		24 1	10 3	10 1	20 2	42		O	76.1
74	98 1	9 1						518		N	74.3
81	57 8	58 2		03 1	55 5	05 1	61 3	53	56	O	81.0
54	57 2	60 1			41 1					N	54.7
50	78 2	82 2		82 1	81 2		70 1	83	76	O	50.9
49	10 6	18 5		9 0	07 0	11 3	00 4	10	08	O	49.1
48	00 5	00 5		14 2	08 0	18 3	08 3	11	07	N	48.1
41	73 3	76 3		80 2	78 3	82 1	76 3	80	72	O	41.9
40		62 1			46 2		56 1	50		N	40.7
38	07 2	81 2		0 1	80 0	83 1	70 2	70	77	O	38.5
34		02 1			307 7			2.90		N	34.0
30	58 10	55 15		58 1	58 7	50 0	58 0	55	58	N	30.7
21	86 0	80 4		40 1	38 0	48 2	38 3	45	38	N	21.0
18	88 4	85 3		0 2	91 5	83 1	87 2	92	86	N	18.0
09		65 1			257 2			45		N	09.0
07	14 5	16 4		18 2	14 7	18 3	10 4	19	14	N	07.0
01	47 5	49 5			50 0	51 3	47 4	54	48	N	01.0
4598	12 3	18 3		16 2	11 5		11 3	00	12	O	4598.0
90	90 3	95 3		99 1	95 0		90 3		90	O	90.1
52		47 1			70 2					N	52.0
44		71 1			5.08 2					N	44.0
39		91 2								N	39.0
14		78 1			85 2					N	14.0
07		61 2		02 1	07 3	03 1	57 1			N	07.0
4477		78 1			78 3					N	4477.0
60		38 1			26 2					O	60.0
67		80 2		8. 0	03 2		82 1			O	67.0
66		37 2		5. 0	40 3		55 1	70		O	66.0
60		08 1			11 2			00		N	60.0
52		40 2		2. 0	50 3		56 1	72		O	52.0
47		08 20		082 1	0.07 7	00 5		04	0.90	N	47.0
43		12 1			47 2					O	43.0
34		2 1						0.14		N	34.0
32		45 2		2. 0	84 3					N	32.0
20		18 1			10 1			24		N	20.0

1. Scharbach gibt noch 4740.45 (2), 4744.07 (1), 4734.20 (1), 4479.16 (1)

2. Nacken gibt noch 4867.45, 4898.51.

3. Schulemann gibt noch 4579.32 (2), 4584.97 (2), 4535.50 (2), 4523.67 (2), 4617.42 (2), 4497.96 (2), 4481.87 (2).

Exner u. Haschek	Kasper	Schule- mann	Schar- lach	Frings	Nacken	Fröstl u. Adams	Wagner	Ur- sprung	Mittel						
4425	91	2	97	2	85	1	80	1	N	4425.0					
16	97	5	7	1	95	5	100	2	97	3	7.02	16.1	0	16.08	
14	100	8	94	1	79	6	92	3	87	2	5.04	10	0	14.01	
01	16	1	15	2	—	—	—	—	—	—	25	N	0	01.2	
4395	97	2	6	0	6.14	1	—	—	—	—	90	0	0	4395.0	
92	8	1	—	—	—	—	—	—	—	—	64	N	0	92.4	
79	68	1	58	2	—	—	—	—	—	—	120	N	0	79.6	
71	5	1	48	2	—	—	—	—	—	—	—	N	0	71.3	
100	31	1	24	2	—	—	—	—	—	—	—	0	0	100.2	
06	87	3	100	1	100	5	80	1	86	3	105	84	0	06.87	
01	63	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	N	0	01.6	
51	97	3	60	2	97	4	28	1	—	—	41	33	0	51.3	
49	41	6	46	3	41	5	31	6	40	5	45	38	0	49.40	
47	108	2	8.31	1	108	2	72	10	92	3	8.08	107	N	0	47.0
47	43	2	47	1	43	2	—	—	—	—	—	46	0	47.44	
45	55	3	59	1	55	4	46	1	52	4	58	52	0	45.54	
101	85	2	6. —	0	82	4	—	—	—	—	100	—	0	101.8	
81	94	1	9	0	95	2	—	—	—	—	—	—	0	81.9	
81	07	1	00	2	—	—	0.97	1	15	—	—	—	N	0	81.04
28	54	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	28.5	
27	45	1	7	0	47	2	—	—	—	—	—	—	0	27.5	
25	60	1	70	2	—	—	—	—	—	—	—	—	0	25.7	
19	67	3	62	1	63	5	57	1	60	3	60	60	0	19.02	
11	11	3	13	1	09	5	92	1	11	3	14	11	0	17.11	
03	58	1	87	1	—	—	—	—	—	—	—	—	0	03.7	
4275	8	1	6.00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	N	0	4275.0
06	20	1	58	3	—	—	—	—	—	—	—	—	N	0	06.4
53	58	1	88	5	—	—	—	—	—	—	—	—	0	53.7	
41	78	5	9	0	71	4	70	1	68	3	—	—	N	0	41.75
39	77	5	7	0	73	4	—	—	—	—	—	—	N	0	39.8
28	40	3	8	0	75	3	—	—	—	—	—	—	N	0	28.5
23	10	1	57	2	—	—	20	1	—	—	—	—	N	0	23.3
11	8	1	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	N	0	11.1
06	64	2	76	2	—	—	—	—	—	—	—	—	N	0	06.7
4199	0	1	67	1	—	—	—	—	—	—	—	—	N	0	4199.3
80	10	8	8.0	0	103	6	82	2	84	3	100	—	0	80.8 (1)	
85	56	6	5. —	0	85	5	41	1	48	2	95	—	0	85.5	
76	00	3	47	2	—	—	—	—	—	—	101	—	N	0	76.2 (1)
69	33	2	39	1	—	—	28	1	32	—	—	—	0	69.36 (2)	
54	40	4	53	1	58	4	35	1	60	2	51	—	0	54.5 (1)	
45	88	4	15	1	108	5	85	1	92	3	—	84	N	0	45.10
43	74	1	80	1	—	—	—	—	—	—	—	75	0	43.7	
42	21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	110	0	42.2 (2)	
33	70	2	76	2	68	1	—	—	4.15	—	68	68	N	0	33.70
32	87	2	100	1	92	2	85	1	—	—	100	80	0	32.84	
29	45	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	55	0	29.5	
24	12	2	100	2	—	—	—	—	24	—	—	101	0	24.1	

1 Exner und Haschek geben noch folgende Linien: 4282.27 (1), 4282.3 (1), 4195.04 (1), 4179.04 (1), 4170.8 (1), 4150.67 (1), 4152.05 (1).

2 Nacken gibt hier noch 4167.09, Schulemann 4155.087 (2).

3 Wagner gibt noch: 4140.74, 4139.07.

	Exner u. Haasehek	Kasper	Schule- mann	Schar- bach	Frings	Nacken	Wagner	Ur- sprung	Mittel					
4121	68	2	6	0	86	2	49	1	66	120	0	4121.6		
20	4	3	33	1	64	2	38	1	26	4	55	20.5		
10	13	8	30	2	31	6	26	2			39	19.3		
14	35	1							07	1	381	14.0		
12	11	2	06	1	24	2			83	2	65	12.69		
10	91	2	87	1	82	2			02	2	75	10.84		
06	00	5	497	1	107	2	198	1	24	2	04	16.00		
03	31	3	26	1	46	2	16	1	29	3	48	04.3		
4097	28	3			03	5	09	1	298	1	18	4097.2		
08	00	3			02	2	294	1			13	95.00		
80	08	2									75	80.1		
86	21	3			18	2					18	86.20		
78	98	2			000	1	01	1	01	4	008	78.0		
76	98	10			04	6	04	3	21	1	04	76.93		
72	26	10			40	6	20	3	05	4	31	72.26		
00	80	10			03	5	00	3			80	60.80		
03	65	1			2802	2						N	03.2	
60	3	1			8012	2			46	3	801	N	67.8	
41	33	5			46	4	14	2			39	32	N	41.3
34	02	4			610	2	08	1			79	507	N	34.0
26	02	3										84	N	26.7
13	0	1			416	1						418	0	14.0
3996	11	50					04	2	73	2		13	N	3996.1
82	76	2			86	4	75	1	28	6		79	0	82.76
78	20	8			04	7	26	1	47	2		80	0	78.20
68									88	2				68.4
66	80	0			0.26	6	80	1	40	2				66.9
64	40	4					84	1						64.4
47	40	1			48	3								47.48
46	10	8												46.1
40	06	3												40.87
33									00	3				33.67
19	00	10					04	3	198	2		10	N	19.10
12	06	3			812	6	12	1	16	1		16	0	12.1
00	14	1											N	00.1
07	68	1												07.6
3908	28	1							24	4		4	N	3908.3
82	32	3					46	1				36	0	82.3
04	50	1												04.6
67	0	1												67.7
61	36	1												61.2
60	60	1												60.6
48	08	1												48.04
46	12	1											N	46.1
42	97	1			00	2							N	42.8

1) Exner und Haasehek geben noch folgende Linien: 4116.60 1, 4081.66 1, 3993.66 1, 3901.68 (1).

2) Wagner gibt noch: 4060.88, 3998.67, 3979.66, 3968.67, 3961 18.3990 66, 3958 88

3) Scharbach gibt noch: 3886.— (1), 3748.00 2, 3790.— (1), 3738.48 1, 3726.07 1, 3718.96 (1), 3711.69 (1), 3701.69 (1).

4) Hier gibt Nacken: 3846.48, und Ordmer 43: 3946.44.

	Exner u. Hasehek	Schulemann	Scharbach	Frings	Wagner	Ur- sprung	Mittel
3820	15 3		8.00 1		31	N	3819.1
80	07 2				73	N	30.7
04	04 1				00	O	04.0
3770	94 1	126 1			78	N	3770.0
69	85 1	89 2		88 6	57	O	59.8
64	87 1	82 2			61	O	64.6
49	61 5	61 7			70	O	49.61
29	26 1	31 2			31	N	29.3
27	32 4	36 7		32 4	37	O	27.34
12	80 2	80 6	02 1	73 8	77	O	12.7
09	30 1				18	O	09.2
07		26 2			26	O	07.3
02		89 2			08		02.0
3630		61 6			66		3630.6
00					82.2		00.8
3504	45 1	06 2			73		3504.6
80	0 1				01		80.0
77	—	26 2			31		77.2
70	—	30 1			31		70.3
00	28 1	107 1			40		00.6
14		07 1			6.01		14.8
3401		08 3			30		3401.0
70	33 1	130 3			1.08		71.2
01		78 1			0.60		60.0
37	20 3	15 1	14 1	23 6	31	N	37.32
08	26 1	20 6	12 1	10 1	20	O	08.8
3300	20 2	35 7	30 1	26 2	24	O	3300.8
77	10 1	28.2 6		17 2	20	O	77.2
74	1 1	16 4		31.2 1	191	N	74.0
70	—	30 1			100	N	70.0
67	29 1	20 6			63	N	67.3
66	9 1	78 4				N	66.8
64	06 1	05 6			14	O	64.08
44	—	02 1	6.08 2				44.8
81	76 2	02 6			93	N	81.8
29	41 2	06 6	37 2		40	N	29.6
26	0 1	44 2			4.03	O	26.1
20	06 1	81 3			86	O	20.7
18		87.2 3			72		18.8
12		67 1			63	O	12.6
01		30 2	9 1		87		01.9
3288		00 2			0.18		3288.0
06	27 1	31 2			11	O	3265.2

1 Exner und Hasehek geben noch folgende Linien 3824.08 1, 3768.26 1, 3744.2 1, 3545.08 1

2 Wagner gibt noch 3830.07, 3701.67, 3763.68, 3765.22, 3741.06, 3608.72, 3687.00, 3682.80, 3676.81, 3487.23, 3367.16, 3340.40, 3230.17, 3219.82, 2935.72, 2873.82, 2887.06, 2485.86, 2411.02, 2500.08

3 Schulemann gibt noch 3401.67 1

	Exner u. Haschek	Schulemann	Scharbach	Frings	Wagner	Er- sprung	Mittel
8158		787 2			71		8158 7
810	32 1	81 3			16	0	80 3
86	2 1	86 3	16 1		20	0	85 3
80		28 1			16		80 1
8050		18 2	10 2		17		8050 16
47		6185 2			11		47 0
07	30 2	830 0	35 1		22	0	07 2
2927			44 1		4		2927 6
2958		32 1			30		2958 3
2796		67 1	45 1				2796 6
65		85 1	88 3				65 0
49		874 2	32 2				49
46		66 1	60 1				46 7
80		84 1	60 1				80 8
2680		62 1	37 4				2680 6
14		64 1	37 1				14 6
07		35 6	693 1	21 4	31		07 2
2446	17 1		62 1			0	2446 6
31	56 1			66 2	72	0	31 6
03			78 2		607		03 9
14		87 2	88 2	91 1			04 9
2980		68 1	22 1				2980 4
16		66 2	60 2	60 0	63		16 66
82		17 2	62 2				82 1
18	63 1	33 1				0	18 1
2247		816 2	68 1			N	2247 0

Scharbach macht auch Versuche im Geißlerrohr bei etwa 5 mm Druck. Das so erzeugte Luftspektrum hat mit dem bei Atmosphärendruck zwischen λ 5700 und λ 8800 nur 65 Linien gemein, während im Rohrspektrum daneben 109 andere Linien auftreten, im Luftfunkenpektrum 86 Linien.

Die beiden Arbeiten von Fulcher [28, 40] gehören kaum hierher, sie behandeln die Erregung der Stickstoffbanden im Geißlerrohr durch Kanalstrahlen oder langsame Elektronen.

Hemmleich [30], der früher mit Schuster zusammen gefunden hatte, daß Einschaltung von Selbstinduktion die Luftlinien schwächt oder zum Verschwinden bringt, findet nun, daß eine Reihe neuer Luftlinien auftreten, die neben den Stickstoffbanden allein übrig bleiben. Sie sind namentlich stark mit großer Kapazität mäßiger Selbstinduktion, wird letztere vermehrt, so ver-

1) Scharbach gibt noch: 3282.36 (1), 3180.01 (1), 2767.80 (1), 2758.40 (1), 3747.60 (1), 2743.34 (1), 2727.67 (1), 2698.30 (1), 2688.06 (2), 2626.66 (1), 2616.18 (2), 2612.14 (1), 2493.22 (2), 2478.66 (1), 2466.71 (1), 2444.66 (1), 2388.66 (1), 2371.36 (1), 2348.68 (1), 2287.94 (1), 2262.60 (1), 2239.86.

2) Wagner gibt noch: 3230.17, 3219.82, 2936.72, 2878.62, 2837.90, 2486.86, 2411.92, 2389.86.

3) Schulemann gibt noch: 3084.81 (2), 3028.89 (2, 2), 3020.90 (1), 3017.78 (2), 2969.72 (1), 2964.06 (1), 2938.10 (2), 2923.99 (2), 2908.18 (1), 2894.30, 2610.41 (1).

4) Exner und Haschek geben noch: 2622.31 (1), 2418.62 (1).

schwinden auch sie. Hemsalech nennt diese Linien: zweites Linienspektrum der Luft. Es ist namentlich kräftig mit Elektroden von Cu und Ag, schwächer mit Fe. Dieses Spektrum tritt nur in den Oscillationen auf, also in ionisierter Luft, während das gewöhnliche Luftspektrum in der Anfangsentladung, also in nicht ionisierter Luft sichtbar sei. Er gibt für das Spektrum folgende Tabelle:

6727	2	6442	1	5810.0	1	4651.2	1	4151.9	5 N
6856	2	6157	5 0	5203.2	2	4651.6	2	4143.8	3
6948	3	6009	2	5281.7	2 N	4474.6	1 N	4137.8	2 N
6963	10 H	6000	1	4934.7	1 N	4469.4	1 N	3947.6	2 0
6485	5	5366.9	1 N	4914.3	1 N	4398.6	4 0		
6468	3 0	5329.0	2 N	4670.8	3	4356.4	1 N		

In der zweiten Arbeit (31) wird hinzugefügt, daß diese Linien gegenüber den Stickstoffbanden namentlich in längeren Funken dominieren.

Hartley und Moss (36) suchen die charakteristischen Linien in Funkenpektren auf. Mit sehr wenigen Funken treten in der Photographie zuerst die Linien 4085 und 3995 auf, die beide zu N gehören, aber nur bei einzelnen Metallen, während sie bei andern gänzlich fehlen, auch bei einer größeren Anzahl von Funken.

Die Arbeiten von Ciechowski (20) und Elias (29) behandeln Absorption durch flüssige Luft. Obgleich sie also eigentlich nicht hierher gehören, seien sie erwähnt. Elias sieht Banden bei 5804—5700, 5343, 4776; Ciechowski findet Banden im Ultraviolett, die von O herühren und besser in reinem verflüssigten O auftreten. Er gibt 3825—3800, 3625—3600, 3450—3430, 2875 bis 2830, 2809—2777, 2767—2760, 2752—2740, 2700—2670, 2655—2625, 2610 bis 2585, 2571—2540, 2518, 2490

BLITZSPEKTRUM.

Zu den in Band V gesammelten Angaben ist noch hinzuzufügen, daß Gladstone On the emission and absorption of rays of light by certain gases. Rep. Brit. Ass. 1861. Not and Abstr. p. 78 meint, das Spektrum sei kontinuierlich, vielleicht sei eine Linie vorhanden. -- Grandjean soll in seinem mir nicht zugänglichen Buche: Instruction pratique sur l'analyse spectrale. Paris bei Mallet-Bachelier 1863 angeben, die Linien des Blitzspektrums seien solche von N, H, Na. So wird in einem Referat in Chem. News 9 p. 66 berichtet.

SPEKTRUM DES NORDLICHTS.

Literatur.

[102] L. Vegard, Photographische Aufnahmen des Nordlichtspektrums mit einem Spektrographen von großer Dispersion. Physik. Zs. 11 p. 677-681 1913.

[103] L. Vegard, Bericht über die neuen Untersuchungen am Nordlicht. Jahrb. d. Radioakt. 14 p. 383-466 (1917).

[104] J. Stark, Das Nordlichtspektrum ein Spektrum positiver Strahlen. Ann. d. Physik. 1. 54 p. 508-614 1917.

[105] V. M. Slipher, On the general auroral illumination of the sky and the wavelength of the chief aurora line. Astrophys. J. 49 p. 260-275 (1919).

[106] Lord Rayleigh, The aurora line in the spectrum of the night sky. Proc. Roy. Soc. A 100 p. 367-378 1921.

Slipher [105] mißt die Nordlichtlinie zu 5578.0, wie es scheint, sehr genau. Lord Rayleigh [106] hält die Messung für richtig.

Vegard [102] mißt erst okular die Nordlichtlinie. Bei Anschluß an einige Heliumlinien erhält er als Wellenlänge 5576.9, bei Anschluß an einige Linien des zweiten Wasserstoffspektrums: 5573.7. Er sieht noch zwei Linien bei 5271.5 und 4708.3 und einige schwächere nicht meßbare. In bezug auf die Hauptlinie ist folgendes zu bemerken: er sagt, er habe bei der zweiten Messung die Wasserstofflinien 5535, 5598, 5610 zur Eichung des Spektroskops benutzt. Diese Zahlen stammen von Hasselberg (1883). Nimmt man die wohl wesentlich zuverlässigeren von Watson (1909), so fehlt bei diesem die erste Linie, die andern lauten 5600.65 und 5612.77, sie sind im Durchschnitt 2 Å größer, also würde auch die Nordlichtlinie 5575.7 werden. Vegard macht ferner photographische Aufnahmen, die zwischen einigen Stunden und mehreren Wochen dauern. Die vier Platten ergeben folgendes

Platte 1:	—	—	—	4278.0	—	—	—
2:	—	4707.9	4848.4	4277.06	4284.2	4290.3	3916.2
3:	—	4708.1	4846.1	4278	—	—	—
4:	5571.8	—	—	—	—	—	—
Mittel	5571.8	4708.0	4846.8	4278.0	4284.2	4290.3	3916.6

Die zweite, vierte und letzte Linie sind am stärksten, und sie erscheinen zum Teil nach kürzeren Wellenlängen abgeschwächt, als Bandenköpfe.

Nun zeigt Stickstoff bekanntlich sogenannte negative Banden (vergl. Bd. V p. 834), deren stärkste nach Violett abgeschwächte Kanten liegen bei etwa 4708.2; 4051.2; 4278.0; 4236.3; 4200.9; 3914.5.

Es dürfte also nicht der geringste Zweifel bleiben, daß Vegard im wesentlichen diese Banden erhalten hat, daneben die Nordlichtlinie. Diese Überzeugung wird erheblich gestärkt durch die veröffentlichten Photographien des Nordlichtspektrums und daneben der negativen Banden. Die Dispersion betrug in der Gegend von 4800 etwa 10 A.E. pro mm; Vegard schätzt den möglichen Fehler bei den stärkeren Linien auf höchstens 0.5 A, bei der Nordlichtlinie mag er etwas größer sein.

Diese Banden werden in Stickstoff oder Luft sowohl durch das Glimmlicht, wie durch Kanal- und Kathodenstrahlen erzeugt. Vegard hat also Recht, wenn er schreibt [103], das Nordlichtspektrum sei im wesentlichen „das durch elektrische Strahlen angeregte Stickstoffspektrum“. Aber ob es sich um Anregung durch α -Teilchen oder durch Elektronen handle, bleibe unentschieden. Ebenso bleibe die Nordlichtlinie selbst rätselhaft.

Nicht so vorsichtig geht Stark [140] vor; er will vielmehr beweisen, daß es sich um Anregung durch positive Strahlen handle. Nach Versuchen von ihm und Hardtke treten in diesem Falle auch die positiven Banden auf,

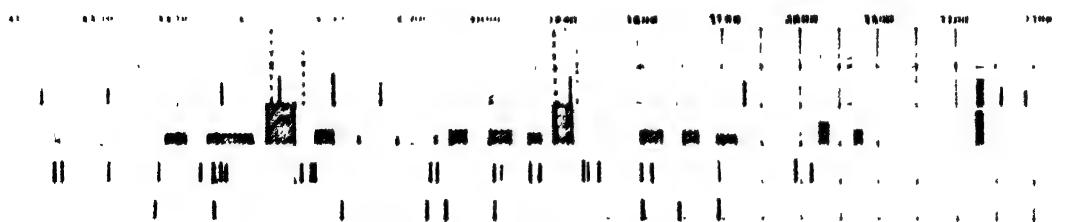


Fig. 1

1. Paulsen, 2. Westman, 3. Sykora

weiter Linien des N-Linienspektrums, und zwar solche, die er als N-Funktionen und als N-Bogenlinien bezeichnet. Letztere sollen dagegen fehlen bei Anregung durch Kathodenstrahlen.

Was die positiven Banden betrifft, so hat schon Paulsen geglaubt, sie im Nordlichtspektrum zu finden. Freilich bei Benutzung sehr schlechter Zahlen für die Kanten. Stark führt nur die Messungen von Paulsen an, wobei er noch dessen Zahlen merkwürdig verändert. Aber man muß doch auf einem Gebiet, wo die Messungen so außerordentlich unsicher sind, nach Paulsen sind Fehler von 20 A.E. möglich, auch andere Beobachter berücksichtigen, nicht nur die, deren Resultate zu der eigenen Ansicht gut passen. Am deutlichsten wirkt wohl eine graphische Darstellung: in der Fig. 1 sind oben die positiven

Stickstoffkanten eingetragen. Die Höhe entspricht der Intensität. Die negativen Kanten sind durch punktierte Linien dargestellt. Darunter befinden sich die Angaben von Paulsen, Westman und Sykora, die einzigen, von welchen photographische Beobachtungen vorliegen (abgesehen von den unsicheren Kings). Diese Zeichnung macht es wohl recht wahrscheinlich, daß man es mit den positiven Banden zu tun hat. Freilich ist ganz unangeklärt, warum Vegard keine Spur von ihnen erhalten hat, oder warum nicht auch bei allen andern Beobachtern die negativen Banden dominieren, bei Paulsen sieht man sie sehr deutlich.

Aber ganz unglücklich fällt der Versuch Starks aus, auch die Anwesenheit von N-Linien nachzuweisen. Er sagt, die stärksten Funkenlinien seien ein Paar 5008 und 5003, nach Exner und Haschek sind es die schwachen Linien 5005 und 5001, von der Intensität 3, während andere Linien, in einer photographisch viel wirksameren Gegend gelegen, mit der Intensität 50 bezeichnet sind. Stark sagt, es könne wohl kein Zweifel sein, daß diese Linien sich wiedertinden in der Nordlichtlinie, die Vogel bei 5004, Carlheim-Gyllenskiöld bei 4995 bzw. 5001, Wijkander bei 4996, Angot bei 5000 gesehen habe. Betrachtet man meine Tabelle in Bd V, so findet man, daß in dieser Gegend im Nordlicht gemessen worden sind: 4930, 4933, 4958, 4995, 4996, 5000, 5001, 5004, 5015, 5038, 5051, 5058. Das heißt doch nichts anderes, als daß jeder Vergleich einer einzelnen Linie sinnlos ist, wenn die Messungen so wenig genau sind. Stark sucht sich eben nur die ihm passenden Beobachtungen heraus.

Ebenso verfährt er mit einer zweiten Funkenlinie 4681, die in der Tat recht stark ist, Exner und Haschek bezeichnen sie mit 15. Er sagt, Vogel gebe 4629, Carlheim-Gyllenskiöld 4637 bzw. 4642, und damit sei auch diese Linie sicher nachgewiesen. Er verschweigt wieder, daß die gesamten in dieser Gegend gemachten Messungen lauten: 4625, 4629, 4637, 4640, 4642, 4660, 4682, 4692, 4694, 4696, 4699, so daß man auch hier jede beliebige Koinzidenz feststellen kann, wenn man eine Fehlergrenze von etwa 10 Å. zuläßt, wie es Stark wohl mit Recht tut.

Ferner nennt Stark 5 Nordlichtlinien, die sogen. Bogenlinien des Stickstoffs sein sollen, d. h. solche Linien, die in Stickstoffkanalstrahlen auftreten. Solche Linien sind nur von Stark und seinen Schülern beobachtet worden. Sie werden im Nordlicht durch ähnlich beweiskräftige Vergleichen gefunden, wie vorher die Funkenlinien. Es lohnt nicht, im Detail darauf einzugehen.

Aber das stärkste ist, daß nun auch die Nordlichtlinie, über 5571, eine Stickstofflinie sein soll. Stark und seine Schüler haben ein Paar von Bogenlinien bei 5540 (stärker) und 5555 (schwächer) gefunden. Das soll nun, ungetrennt, die Nordlichtlinie sein. Die Messungen, welche Werte von etwa 5571 ergeben, erklärt Stark für ungenau, fühlt sich dagegen sehr gestützt durch die Messung von Carlheim-Gyllenskiöld 5568. Dabei ist dies der Mittelwert aus 19 Messungen, die zwischen 5546 und 5608 liegen!

ARGON A 30 D. Z. 18

Literatur.

- [61] E. Warburg, Über den spektralanalytischen Nachweis des Argons in der atmosphärischen Luft. Nach Versuchen von Lillienfeld. Ber. Berl. Akad. 1904 p. 1196—1197.
- [62] Jul. E. Lillienfeld, Über eine allgemeine und hervorragend empfindliche Methode zur spektralen qualitativen Elementaranalyse von Gasgemischen. Ann. d. Phys. 4 18 p. 931—942 (1906).
- [63] A. S. King, Note on the conditions attending the appearance of the argon lines in air. Astrophys. J. 21 p. 344 350 1906.
- [64] W. Lohmann, Beiträge zur Kenntnis des Zeeman-Phänomens. Dissert. Halle 1900.
- [65] F. Fischer und G. Illovici, Über die Produkte der Lichtbogen- und Funkenentladungen in flüssigem Argon bzw. Stickstoff. Ber. chem. Ges. 41 p. 4449—4467 (1908).
- [66] Ch. Sheard, Capacity and current density effects in the Argon and Hydrogen spectra. Physic. Rev. 27 p. 258 266 (1909).
- [67] Theodor Lyman, The spectra of some gases in the Schumann region. Astrophys. J. 33 p. 98—107 (1911).
- [68] P. G. Nutting and O. Tugman, The intensities of some hydrogen, argon and helium lines in relation to current and pressure. Bull. Bur. of Stand. 7 p. 49—70 (1911).
- [69] O. Lüttig, Das Zeemann-Phänomen im sichtbaren Spektrum von Mangan und Argon. Dissert. Halle 1911. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 43 70 1912.
- [70] W. Stahl, Untersuchungen über die Spektren des Argons. Dissert. Bonn 1911. Za. f. wiss. Photogr. 9 p. 302—312 (1911).
- [71] H. Donaldson, On the spectra of the electrodeless ring discharge in certain gases. Phil. Mag. 6 22 p. 720 727 (1911).
- [72] A. Dufour, Sur le phénomène de Zeeman présenté par les groupes de raies des spectres du type H. Le Radium 8 p. 97 101 1911.
- [73] G. Strad, Note on the spectrum of Argon. Proc. Cambridge Phil. Soc. 18 p. 607—609 (1912).
- [74] N. A. Kent and R. M. Frye, Vacuum tube discharge in a magnetic field. Astrophys. J. 37 p. 183—189 (1913).
- [75] R. W. Lawson, The spectra of high frequency discharge in Geissler tubes. Phil. Mag. (6) 26 p. 908—941 (1913).
- [76] J. Stark, G. Wendt, H. Kirchbaum und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Aluminium, Argon und Quecksilber in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. 4 42 p. 241—302 (1913).
- [77] E. Paulson, Zur Kenntnis des roten Argonspektrums. Physik. Ze. 15 p. 831 bis 832 (1914).
- [78] K. Friederichs, Der Dopplereffekt der Kanalstrahlen im Argon. Ann. d. Phys. 4 47 p. 737—762 (1915).
- [79] E. Paulson, Note on the blue spectrum of Argon. Astrophys. J. 41 p. 76—77 1915.
- [80] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenbestimmungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Dissert. Tübingen 1916; Ann. d. Phys. 4 50 p. 713—729, 81 p. 105 118 1916.
- [81] K. W. Meissner, Die Gesetzmäßigkeiten im Neon- und Argonspektrum. Physik. Ze. 17 p. 549 552 1916.
- [82] L. Hamburger, Over licht-emissie door gassen en mengsels van gassen bij elektrische ontladingen. Dissert. Amsterdam 1917, 187 pp. Za. wiss. Photogr. 18 p. 1 44 1918.
- [83] J. C. Mc Lennan, On the ionisation potentials of vapors and gases. Phys. Rev. 2 10 p. 84 1917.
- [84] J. Franck und G. Hertz, Die Bestätigung der Bohrschen Atomtheorie im optischen Spektrum. Physik. Ze. 20 p. 132—148 1919.

85. F. Horton and A. Davies, An experimental determination of the critical electron velocities for the production of radiation . . . *Proc. Roy. Soc. A.* 97 p. 1- (1920), *Physic. Rev.* 2 15 p. 498 (1920); *Nat.* 104 p. 406 (1919).
86. R. Seelliger und E. Pommering, Über die Lichtemission im Kathodendunkelraum und im Glimmlichtraum. *Ann. d. Phys.* 4 59 p. 580 (1919).
87. E. Bütcher und F. Tuxsek, Der Effekt des elektrischen Feldes auf Linien des Argons und des Sauerstoffs. *Ann. d. Phys.* 4 61 p. 107 (1919).
88. H. C. Rontschler, The ionizing potentials of Argon, Neon and Helium. *Physic. Rev.* 2 13 p. 297-308 (1919).
89. W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. V. The spectra of the monatomic gases. *Phil. Trans. A.* 220 p. 335-408 (1920).
90. Knud Aage Nilsen, Serien mehrfacher Linien im Argonspektrum. *Physik. Zs.* 21 p. 25-28 (1920).
91. Clifton G. Found, Ionization potentials of argon, nitrogen . . . *Physic. Rev.* 2 16 p. 41-48 (1920).
92. Hugo Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements Magnesium to Chromium. *Physic. Rev.* (2) 16 p. 202-215 (1920).
93. J. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen (1920). Manuskript.
94. G. Stead and R. S. Goswami, On the relative ionization potentials of gases as observed in thermionic valves. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 418-425 (1920).
95. * Hodgson and Palmer, *Radio Review* 1 p. 525 (1920).
96. W. F. Meggers, Interference measurements in the spectra of Argon, Krypton and Xenon.
97. J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. *Physik. Zs.* 22 p. 466-471 (1921).
98. R. Seelliger und G. Mierdel, Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. II. Spektroskopische Studien der Neon-Glimmlampe. *Zs. f. Phys.* 5 p. 182-187 (1921).
99. R. Seelliger und E. Schramm, Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. III. Vervollständigung des Beobachtungsmaterials. *Zs. f. Phys.* 7 p. 98-101 (1921).
100. G. Déjardin, Excitation des spectres de l'argon par des électrons lents. *C. R.* 173 p. 1782-1784 (1921).
101. G. Déjardin, Ionisation de l'argon par des électrons lents. *C. R.* 172 p. 1347 bis 1350 (1921).

Im langwelligen Teil des roten Argonspektrums sind ausgezeichnete Messungen mit dem Interferometer durch Meggers 96 und durch Meissner 80 zu verzeichnen, während in der Schumannregion Lyman 67 Messungen des blauen Spektrums gibt.

In der folgenden Tabelle sind diese neuen Messungen angeführt. Aber die Tabelle enthält auch im Auszug das übrige Spektrum des Argons, insbesondere um die Gesetzmäßigkeiten angeben zu können. Es ist dazu aus den Tabellen des Bandes V dieses Handbuchs ein Auszug in folgender Art gemacht: es sind alle stärkeren Linien, von der Intensität 4 an etwa, angeführt, und alle schwächeren, wenn sie in den gesetzmäßigen Bau hineinpassen. Aus den vorliegenden Messungen und Intensitäten ist das Mittel genommen, und dies auf I. A. reduziert. Da ich alle älteren Messungen des A-Spektrums für sehr ungenau halte, - die großen Differenzen untereinander und gegen Meggers beweisen es, - gehe ich nur Zehntel an. Nur die Zahlen von Paschen sind nicht auf I. A. umgerechnet. Das rote und blaue Spektrum sind nebeneinander geschrieben, da die Gesetzmäßigkeiten diesen Unterschied nicht zu respektieren scheinen.

		Paschen Rotes Spektrum	Meggers Rotes Spektrum	Melsener	Rotes Spektr.	Blaues Spektr.
	13719	9	4			
	7676	6	4			
$2p_{11} - 3d$	12600		31		A_1	
	11690		8			
	10840		12		B_1	
$2p_{10} - 1.58$	9858	100	7		C_1	
	9225	88	5		A_1	
$2p_9 - 3.58$	9123	100	13		D_1	
$2p_1 - 4.58$	8522	85	5	1.442	A_1	
$2p_{11} - 3.58$	8517	102	4	—		
	8426	8	10	4.646	650	
	8410			8.210	216	A_5
	8405	70	6			
	8385	18	5	4.522	725	A_6
	8115	105	14	5.907	310	
	8103	17	8	3.681	691	C_2
	8016	6	3	4.784	786	A_7
	8000	7	8	6.158	158	C_3
	7948	1	5	8.175	177	B_4
	7724	—		4.210	210	B_5
	7723	9	5d	8.758	760	D_2
$2p_1 - 1.58$	7635	4	6	5.108	107	D_1
	7511	4	4	4.651	648	
	7485	6	4	3.867	898	A_8
$2p_9 - 3.58$	7435	off Range				
$2p_8 - 4d$	7380			3.019	978	C_4
$2p_{10} - 3.58$	72			2.110		
	63			3.316		
$2p_{11} - 3.58$	15	9	1			A_{10}
$2p_{10} - 1.58$	11	6	1			
$2p_{10} - 1.58$	7372			2.035		C_5
$2p_8 - 4d'$	66			6.086		
	7147			7.042		D_4
$2p_{14} - 1.58$	7087			7.217	218	D_5
$2p_{11} - 4d$	80			6.250		A_{12}
	6865			5.420	432	D_6
$2p_{11} - 1.58$	87			7.065		A_{13}
	6848	83	1			B_{10}
	71			1.280		
	6746	3	1			D_7
$2p_{12} - 1.58$	56	4	1			
$2p_{10} - 4.58$	52			2.831		
$2p_1 - 4.58$	19	2	2			
	6480					
$2p_{13} - 3.58$	84				0	3
$2p_8 - 4.58$					7	1
	77		7.282		4	5
	64				1	3
$2p_8 - 4.58$	60				7	3
$2p_8 - 4.58$	6640					

		Rotes Blaues		Rotes Blaues	
		Spektr.	Spektr.	Spektr.	Spektr.
		Moggers			
	0031	0	1	0043	0 3
	04	0	3	40	9 2
	0008	2	3	20	6 4
2p ₁₁ 3.58	13	7	1	27	1 3
	0408	9	2	2p 1.58	00 6 1
	81	0	2	2p ₁₁ 5d	0008 8 6
	10			2p ₁₁ 5.58	00 1 6
2p ₁₁ 3.58	02	0	1	02	6 3
	0304	5	4	00	4 3
2p ₁₁ 4.58	84	0	1	02	1 2
2p ₁₁ 4.58	09	2	1	02	2 1
	07	7	3	0701	0 1
	0200	8	1	1.58-2.58	0001 7 1
	00	8	4		00 0 2
2p ₁₁ 4.58	78	0	2	2p ₁₁ 6d	00 2 3
2p ₁₁ 3.58	48			00	8 6
	00	4	1	2p ₁₁ 1.58	07 6 1
	50	8	1	2p ₁₁ 5.58	23 8 1
	24	7	1	2p ₁₁ 6d	21 1 2
2p ₁₁ 3.58	16	0	4	2p 1.58	07 0 7
2p ₁₁ 1.58	12	4	5	0007	7 6
	0100	2	1	00	2 1
	04	6	0	2p ₁₁ 1.58	81 6 2
	00	3	1	72	6 5
	72	0	1	2p ₁₁ 7.58	80 7 3
2p ₁₁ 1.58	72			2p ₁₁ 1.58	58 7 6
2p ₁₁ 5d	70	1	4	2p ₁₁ 7.58	84 6 1
	05	1	3		25 2 2
	55	1	4	0000	0 6
	45	4	5	78	6 3
	35	4	1	51	7 6
2p ₁₁ 1.58	27	4	4	42	1 2
2p ₁₁ 10.58	21	7	2	2p ₁₁ 4.58	40 0 2
	06	8	5	2p ₁₁ 6d	21 6 4
2p ₁₁ 5.58	01	1	3	12	6 1
	0000	7	5	2p ₁₁ 7d	0001 0 1
2p ₁₁ 5d	00	8	4	2p ₁₁ 10.58	06 8 4
	85	7	1	2p ₁₁ 10.58	5275 1 1
2p ₁₁ 4.58	67	3	1	2p ₁₁ 6.58	84 8 1
	64	7	3	2p ₁₁ 7.58	54 4 2
	59	4	6	21	6 3
	52	6	5	5108	8 4
2p ₁₁ 5.58	43	3	6	87	8 4
	02	2	7	2p ₁₁ 7d	77 6 2
2p ₁₁ 4.58	25	4	3	62	4 5
	17	5	1	2p ₁₁ 8.58	52 5 4
	15	2	1	45	
	13	5	3	42	
	11	4	1	2p ₁₁ 4.58	5175 0 0
2p ₁₁ 3.58	5000	2	3	2p ₁₁ 7.58	08 0 2
2p ₁₁ 4.58	87	3	4	62	
	49	3	3	54	3 2

Argon

19

		Meggers		Rotes Spektr.		Blaues Spektr.				Meggers		Rotes Spektr.		Blaues Spektr.			
p ₁₁	7.68	5049		0	2			168	3d	4261	184	1	4			D ₃₅	
		17				2	6			37				4	4		
		18				3	6			38				7	7		
		4965				1	4			22				6	6		
p ₁₁	-8.68	31				3	2			18				6	4		
p ₁₀	-9.68	33		2	4					10	678	6	9				
		4889		1	3	2	4			4108	816	2	8			C ₃₀	
p ₂	-1.68	88				7	4			91	927	0	8			H ₄₀	
		79				9	6			100	714	7	6			D ₃₈	
		67				5	3			81	884	8	7			H ₄₁	
		86				0	4			64	180	1	7			D ₃₇	
		47				7	6			58	591	5	9			D ₃₆	
		06				0	8			50		0	1				
		4785				8	6			31				8	6		
		28				8	4			12				8	4		
		02	317	3	4			A ₃₅		04				0	9		
		4657				8*	4			4082				4	4		
		28	445	4	6			A ₃₆		80				7	3		
		09				6	7	A ₃₇		79				6	4		
		4596	186	1	6			A ₃₈		77				0	2		
		89				9	6			76				7	6		
p ₁	1.68	79				3	7			72				4	4		
p ₁₀	10.68	37				7	2			72				0	7		
		16				0	7			64				6	3		C ₄₀
		22	326	3	6			H ₄₂		63				0	4		
		10	733	7	8			A ₄₀		45				8	4		C ₄₁
p ₁₇	-6.68	01		5	1					44	419	4	9			C ₄₇	
		4481				8	6			42				9	6		
p ₁₅	-8.68	33				9	2			38				8	4		
		31				0	4			36				4	3		
		30				2	4			34				9	4		
		28				0	8			32				0	3		A ₄₅
		25		9	1			H ₄₆		29				6	3		
		01				0	6			13				8	7		
		00				1	4			1082		9		0	4		
		4879				6	6			79				4	6		
		71				3	6			74				6	4		
		70				7	6			68				3	4		
		03		7	3					60				4	3		
		62				2	4			58				4	3		
		18				0	10			48	1080	9	8				
		45	108	1	7			A ₄₉		47				6	4		D ₄₀
		36		3	6			A ₄₉		46				1	4		
		33	561	5	6			A ₄₇		44				3	6		
		31				1	7			32				6	6		
p ₁₇	-8.68	01				1	2			31				2	3		
		00	101	0	8			C ₅₀		28				6	8		
		4292				8	4			26				8	4		
		77				6	8			14				8	6		
		72	169	1	8			C ₅₀		11				6	4		
		66	296	2	8	3	7	C ₅₁		07				7	4		
		60	362	3	9					10081				8	3		H ₄₉

	Rotes Spektr.	Blau Spektr.		Rotes Spektr.	Blau Spektr.	
3894	6 4		A ₂	3897	7 4	
392		0 6		395		1 4
391		4 4		394	3 3	B ₂ D ₂
75		2 6		393	2 3	B ₁
72		1 4		391		1 6
398		5 7		390		5 7
391	1 1		A ₃	386	0 2	D ₄
390		8 9		384	3 4	D ₃
384	6 5		A ₂	388		5 3
385		8 4		385		9 7
383		5 4		385	8 1	A ₁
3795		4 5		385		7 7
388		4 4		385		4 4
381	3 3		C ₂	381		1 3
380		9 7		380		0 5
75	4 1		C ₄	374		4 6
70	1 3		A ₂	371		2 5
365		3 7		369		4 3
361		6 5		3493	3 2	B ₂
358		5 8		351		6 8
43	7 1		B ₂	350		5 5
357		9 6		348		3 4
359		3 9		346		8 6
350		5 8		344		2 4
348		8 6		341	0 8	C ₂
347		2 8		341		2 4
3391	5 1		D ₂	339	5 1	B ₂
330	9 8		D ₄	331		7 3
330	0 8			3307	9 1	C ₂
328	8 4			328	8 3	D ₂
325	2 1		A ₂	328	8 2	D ₃
320	7 8			321		8 5
320		5 4		320	9 1	D ₂
319	5 2		C ₂	318		6 5
318		1 8		317	6 1	C ₄
316		3 5		316		5 4
311		0 8		314	5 2	C ₂
310	0 3			314		5 4
43	1 2		C ₂	44		7 4
310		9 4	C ₂	310		1 4
307		9 6		309	3 2	D ₂
307		1 3		311		2 5
304	4 4			307		2 4
302	6 4			301		8 6
299		2 4		2993		6 4
298	5 5		C ₂	298		8 7
2999	8 1		A ₂	291		7 4
298		5 9		288		6 4
299		4 6		288		8 8
291		7 5		284		8 8
286		7 8		2181		1 4
282	3 2		A ₂	289		7 5

Rotes Spektr.		Blaues Spektr.	Blaues Spektr.	
8161		5 4	2480	0 6
80		1 4	82	2 4
8093		4 5	81	5 4
20		0 4	80	8 5
2979		1 6	70	1 6
67	2 4		74	1 4
55		3 4	64	4 6
42		0 7	62	0 1
24		7 4	58	7 6
2806		8 4	52	7 4
91		7 4	30	5 4
84		1 4	15	6 6
65		0 4	11	1 4
08		2 6	04	3 4
2789		6 6	2305	6 4
58		8 6	64	1 4
44		8 7	60	5 4
32		5 6	44	3 5
08		3 7	37	7 5
2047		5 7	31	6 4
14	5 4		18	4 4
2p _n - 1.5n		2 5	13	0 4
44		7 5	00	3 4
34		7 4	2341	5 5
16		7 7	52	3 4
16	2 4		48	6 4
15		5 7	34	6 4
2p _n - 1.5n		2 3	33	5 1
00		3 4	19	8 4
2499		4 4	2400	4 1

Blaues Argon-
spektrum
nach Lyman

1898.1	7
79.7	8
77.7	8
73.2	10
68.7	8
65.9	8
65.7	9
60.2	4
48.9	6
43.1	9
(42.8)	1
39.2	9
(38.1)	2

Blaues Argon-
spektrum
nach Lyman

1836.8	9
(85.6)	2
(84.6)	2
81.4*	9
80.6*	10
27.6	6
20.0	7
07.5	4
1788.1	5
1675.6	7
73.5	7
69.7	7
14.8	4

Blaues Argon-
spektrum
nach Lyman

1611.0	4
07.0	3
04.2	4
03.6	2
(01.7)	5
1589.5	4
1467.9	2
66.6	4
63.3	8
60.1	5
1386.8	7
34.5	7
33.7	5

Serienbegrenzen.

Forme

2p ₁ 15008	2p ₁₀ 21643	3d 13040	1s ₈ 00000
2p ₂ 17247	2p ₁₁ 21647	4d 74208	2s ₈ 00000
2p ₃ 19755	2p ₁₂ 22042	5d 40600	3s ₈ 00140
2p ₄ 19820	2p ₁₃ 23320	6d 32000	4s ₈ 00012
2p ₅ 19910	2p ₁₄ 23000	7d 23000	5s ₈ 00000
2p ₆ 20008	2p ₁₅ 23000		
2p ₇ 20798	2p ₁₆ 24000	1s ₈ 37730	6s ₈ 24377
2p ₈ 20872	2p ₁₇ 24045	2s ₈ 10012	7s ₈ 18470
2p ₉ 21427	2p ₁₈ 27000	3s ₈ 10012	8s ₈ 14404
		4s ₈ 40002	9s ₈ 11011
		5s ₈ 30070	10s ₈ 00577

Von sonstigen Angaben wäre noch zu erwähnen: Fischer und Ilievici [65] haben im langwelligen Teil einige Linien gemessen, wohl sehr ungenau, wenn es überhaupt Argonlinien sind: 7000, 7405, 7390, 7235, 7130, 7057, 6935, 6868, 6753, 6682, 6415, 6383, 6305, 6173, 6143.

Stahl [70] hat einige Linien des blauen und roten Spektrums gemessen, um nachzuweisen, daß die von Eder und Valenta vermeintlich gefundene starke Verschiebung von Linien zwischen diesen Spektren und dem „weißen“ nicht vorhanden sei. Es treten nur starke unsymmetrische Verbreiterungen auf. Zwischen den Spektren an den beiden Polen findet Stahl in Übereinstimmung mit Eder und Valenta, aber entgegen Nutting, keinen wesentlichen Unterschied. Man vergleiche dazu auch [66] und [76]. - Da Stahls Zahlen nicht sehr genau zu sein scheinen, führe ich sie nicht an; eine neue moderne Messung der Argonspektren wäre sehr nötig und sicher lohnend.

Lyman [67] fand, daß in der Schumannregion ohne Kapazität keine Linien erscheinen, also das rote Spektrum hier sehr lichtschwach ist, während mit Kapazität viele Linien auftreten, die am Schluß der Tabelle p. 21 wiedergegeben.

Der Ursprung der eingeklammerten Linien ist unsicher, die mit einem Stern versehenen treten auch im weißen Spektrum auf, d. h. bei höherem Druck, wobei auch noch λ 10500 erscheint.

Während früher die Untersuchung des Zeeman-Effektes auf Schwierigkeiten gestoßen war - nur Michelson 48 und Lothman 64 haben die Linie 6985 des roten Spektrums als Triplet gesehen - gelingt die Untersuchung Lüttig 69 besser. Die Linien 5051, 5007, 5550, 5490, 6187 erzeugen normale Triplets, ebenso die photographierbaren und ausmeßbaren 4880, 4800, 4788, 4600, 4545. Die Linien 5082, 5009, 4972, 4965, 4933, 4848, 4765, 4658, 4590, 4570, 4426, 4400, 4348, 4331 erschienen mehr oder weniger diffus, gaben aber auch wohl meist Triplets. - Parallel zu den Kraftlinien bildete 5009, 4983, 4880, 4847, 4808, 4765, 4736, 4658, 4609, 4545 Paare mit breiten und diffusen Komponenten.

In demselben Jahre veröffentlicht auch Dufour [72] Messungen für die Linien 4702, 4629, 4596, 4511, 4384, 4259, 4522, 4191, 4182, 4300, 4272, 4266,

4198, 4044, 4191, 4164, 4159, 3949, 6965. Es sollte untersucht werden, ob die Linien der gleich ausführlich zu besprechenden Gruppen: A, B usw. auch durch identischen Zeemaneffekt als zusammengehörig erscheinen: das ist aber nicht der Fall.

Kent und Frye [74] untersuchen Geißleröhren im Magnetfeld: der Widerstand wächst, das rote Spektrum wandelt sich in das blaue um. Nutting und Tugman [68] messen die Intensität einiger Linien des roten und blauen Spektrums mit wachsender Stromstärke. Die Linien des roten Spektrums wachsen anfangs sehr rasch, scheinen sich aber dann einem Grenzwert zu nähern; die des blauen Spektrums wachsen anfangs sehr langsam, dann immer schneller. Mit wachsendem Druck — von 0.75 mm an — nimmt die Intensität der roten Linien ab; bei kleineren Drucken wachsen zuerst die Intensitäten einzelner Linien.

Eine mit Argon gefüllte Glaskugel umgibt Donaldson [71] mit einigen Drahtwindungen, durch welche Kondensatorentladungen geleitet werden. Bei höherem Gasdruck zeigt die Kugel nur Linien des roten Spektrums, mit abnehmendem Druck kommen Linien des blauen hinzu und bleiben schließlich allein übrig¹⁾. — Auch Lawson [75] arbeitet mit äußeren Elektroden, Quecksilber, an einem Geißlerrohr aus Quarz. Es werden sehr schnelle Stromschwingungen zugeführt, deren Zahl zwischen 0.2×10^6 und 1.5×10^6 liegt. Mit schwachen Strömen erscheint bei allen Schwingungszahlen das rote Spektrum, um sich mit wachsender Stromstärke in das blaue umzuwandeln. Dabei wird dann das Rohr sehr heiß, so daß man meinen könnte, die Temperatur sei von Einfluß: das ist aber nicht der Fall, denn wenn man nun die Stromstärke plötzlich herabsetzt, erscheint in dem noch sehr heißen Rohr plötzlich wieder das rote Spektrum. Also die Art des Spektrums kann nur von der Stromdichte abhängen, wie schon viele andere geschlossen haben. Zu etwa gleichem Resultat kommt auch Sheard [66], der aber daneben noch angibt, an der Kathode sei das Spektrum nahezu kontinuierlich im Gelb, Grün und Blau. — Stead [73], der ein Rohr mit Kalkkathode benutzt, findet nichts Neues.

Während in Geißleröhren mit gewöhnlichen Entladungen ein erheblicher Prozentgehalt von Argon nötig ist, damit in Gasgemischen die Argonlinien sichtbar werden, finden Lilienfeld [61, 62] und King [63], daß bei anders gearteten Entladungen schon Bruchteile eines Prozentes sichtbar werden. Es scheint darauf anzukommen, daß momentan sehr hohe Stromdichten auftreten. Wenn solche Entladungen durch Luft von Atmosphärendruck gehen, sieht man ebenfalls Argonlinien.

Stark [76] glaubt, aus der Abschattierung des Dopplereffekts im Kanalstrahlenspektrum schließen zu können, daß alle Linien des roten Spektrums von einwertigen Ionen, d. h. Atomen, die ein Elektron verloren haben, ausgesandt werden, die des blauen Spektrums von zwei- oder dreiwertigen.

1) Ähnlich Beobachtungen auch von R. J. Strutt, Phil. Mag. (6) 40 p. 296—307 (1900).

Zu demselben Resultat gelangt Friedersdorff 78 bei einer eingehenderen Untersuchung: er meint, daß noch höherwertige Zentren als dreiwertige vorhanden seien.

Hütcher und Tuzek (87) suchen vergeblich nach einem Einfluß des elektrischen Feldes auf Linien des roten oder blauen Spektrums.

Seeliger und Pommerrenig (89) untersuchen die Intensitätsänderung der Linien beim Übergang vom Glühlicht in den Kathodendunkelraum: ein Unterschied zwischen den Linien des roten und blauen Spektrums ist nicht zu bemerken. In (98) gehen Seeliger und Miedel, in (99) Seeliger und Schramm weitere Einzelheiten über die Intensität einiger Argonlinien in der Nähe der Kathode und Anode in dem Gasgemisch einer Neon-Glühlampe oder einer Röhre mit Glühkathode.

Die Erkenntnis des Baues des Argonspektrums hat in jüngster Zeit weitere Fortschritte gemacht, ohne daß jedoch das Spektrum auch nur annähernd so bekannt wäre wie etwa dasjenige des Neons. Insbesondere ist die Frage der Trennung des blauen von dem roten Spektrum noch ungeklärt.

Nachdem zuerst, wie in den Bd. II und V ausgeführt, Kayser im roten Spektrum mehrfache Wiederholung derselben Gruppe von Linien mit konstanter Schwingungsdifferenz bemerkt und Rydberg gezeigt hatte, daß es sich um Quadruplets handelte, in denen indes vielfach einzelne Linien fehlten, fand Paulson (77) die gleiche Gruppenwiederholung auch im Bereiche des langwelligeren Spektrums, wo die Linienlichte geringer ist. Durch die Messungen von Meissner (80, 81) und besonders Meggers (96) wurde dann gezeigt, daß die Differenzen der Wellenzahlen sehr exakt konstant sind. Endlich hat Paulson (79) im blauen Spektrum neben einer Reihe wohl noch zweifelhafter Paare einige mehr oder minder vollständige Gruppen von je fünf Linien gefunden.

Es kann indes kaum einem Zweifel unterliegen, daß alle diese Differenzen, ähnlich wie bei Neon, nur Bruchstücke einer komplizierten Mannigfaltigkeit von Serien höherer Ordnung und von Kombinationslinien sind. Einen großen Fortschritt stellt daher die Untersuchung von Nissen (90) dar, durch die ein Teil der Argonlinien gesetzmäßig geordnet wird. Freilich bleibt einstweilen der größere Teil der Linien ungeordnet. Auch ist es unbefriedigend, daß bei der Einordnung in die Term-Schemata neben Linien des roten Spektrums solche des blauen benutzt werden müssen, wenn auch in geringer Minderzahl. Endlich bleibt die Beziehung der Serien zu den konstanten Differenzen Kayser's, Rydberg's usw. unaufgeklärt, ein Teil der Linien ist beiden Gruppen gemeinsam, der größere nicht.

Hicks (89) findet im kurzwelligen Teil des blauen Argonspektrums eine Tripletserie (erste Nebenserie) einfacher Linien, von der vier Glieder nachzuweisen sind. Auf die besonderen Berechnungen, die Hicks hieran anknüpft, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Die von Hicks benutzten Linien sind andere, als die von Paulson verwendeten.

In der Tabelle p. 17—22 findet man die Serienlinien jedesmal in der ersten Spalte gekennzeichnet. Das ganze Material ist wohl sehr unsicher und bedarf wohl einer Neuberechnung, teils auf Grund der neueren Messungen, teils mit Benutzung älteren Materials, teils vermittelt Wellenlängenmessungen, die noch fehlen. Am Schluß der Tabelle findet man unter „Grenzen“ die entsprechenden Werte, ebenfalls nach Nissens Berechnung.

In der folgenden Tabelle sind die bisher im roten Argonspektrum aufgefundenen konstanten Wellenlängendifferenzen zusammengestellt.

Es sind im ganzen 56 Gruppen, die zum Teil jedoch nur aus zwei Linien bestehen, was vielleicht auf ungenügender Kenntnis des Spektrums beruht. Jede Zeile enthält eine Gruppe. Die Linien der Gruppen sind nach Rydberg mit A, B, C, D bezeichnet, und diese Bezeichnung ist in der Haupttabelle in der letzten Kolonne eingetragen. Am Ende jeder Zeile steht der Name des ersten Beobachters der betreffenden Gruppe, wobei Ms = Meissner, Mg = Meggers, P = Paulson, R = Rydberg. Die Wellenzahlen sind hinter jeder Wellenlänge angegeben, nach Meissner und Meggers auf das Vakuum reduziert, was Paulson und Rydberg unterließen. Genau sind also nur die Gruppen 2—8 und 32—35. Ungenauere Zahlen sind in runde Klammern eingeschlossen; eckige Klammer bedeutet, daß die betreffende Zahl nur berechnet ist. Die von Rydberg mit 0 bezeichnete Gruppe ist fortgelassen, weil sie nur eine Linie enthält.

Die Differenzen der vier Spalten ergeben sich hiernach als

$$B - A = 846.182, C - B = 803.075, D - B = 608.686.$$

Aus den Angaben der Tabellen ergibt sich, daß im Argonspektrum drei Gruppen von Serien nachgewiesen sind, nämlich eine 1 N.S. mehrfacher Linien $2p - nd$, eine zweite N.S. mehrfacher Linien $2p - ms$, sowie eine zweite N.S. $2p_1 - ms$ die aus 18 Teilserien besteht, von denen allerdings die sämtlichen 18 Linien nur für $m = 1.5$ bekannt sind. Daneben finden sich noch einige Kombinationslinien $1.5s - 2p_1$ und $1.5s - md$. Endlich gibt es noch eine aus drei Gliedern bestehende Satellitserie $2p_1 - md$.

Im blauen Spektrum fällt Hicks (89) die Linien (3765, 3730, 3720, (2484, 2473, 2463), (2344, 2354, 2358), (2212, 2204, 2200) als Glieder einer mehrfachen 1 N.S. von Triplets für die bzw. Laufzahlen $m = 2, 3, 1, 4$ auf, während Paulson die bereits erwähnten Gruppen mit konstanten Differenzen findet.

Im Bereiche der Röntgenspektren ist naturgemäß bisher nur einiges über die Absorptionsgrenzen bekannt. Fricke (92) gibt für die Grenzabsorption K_{Ar} die Wellenlänge 9.5112 Å. Der Streifen zeigt keine Feinstruktur.

Die Methode der Anregung durch Elektronenstoß ist auch auf Argon angewendet worden. Nachdem Franck und Hertz (84) zuerst etwa 12 Volt als Anregungsspannung gefunden hatten, sind sowohl die Anregungs- wie die Ionisierungsspannung von verschiedenen Seiten gemessen worden. Für die erstere geben Horton und Davies (85) 11.5 V., Stead und Gosling (94) 12 V., Rentschler (88) 12 V., während das Ionisierungspotential von Horton und

31	6017.7	16617.75		3597.9	17083.87	5473.8	18288.98		5188.5	19273.54		
32				5442.5	18373.77				5054.5	19784.19		
33				5412.8	18474.73							
34				1622.3	22106.343	802.49	19277.22		4251.1	23516.35	Mg. R	
35	4702.3	21280.182	846.161	1622.3	22106.343	803.075	22949.418		4190.7	23855.582	Mg. R	
36	4628.4	21359.53		4454.9	22445.676	813.075	23948.751		4158.6	24039.832	Mg. R	
37	4610.4	21683.782	846.162	4457.3	99999.944	813.075	23433.019		4164.2	24007.548	Mg. R	
38	4584.0	21751.85	846.20	4423.9	22708.05	812.70	23400.751		4083.9	24419.236	Mg	
39	4510.7	22163.151	846.162	4344.8	23019.313	813.075	23912.389					
40	4345.3	23013.25	846.48	4191.2	23859.73	813.21	24662.96					
41	4335.5	23065.44	846.55	4182.0	23911.99	813.61	24715.60		3947.6	28331.56	R	
42	4333.7	23074.90	846.57	4180.4	23921.27	813.27	24724.54		3656.6	27051.98	R	
43	4033.1	21794.75	845.81	3900.1	23640.60	814.21	26444.81		3691.0	27092.92	R	
44							26486.73					
45	3904.8	23675.29	846.81	3770.4	26529.10	815.5	27325.15					
46							27448.19		3564.4	29055.03	R	
47	3866.3	23894.17	846.00	3743.8	26710.77	812.68	27513.45		3556.1	28120.42	R	
48							27527.23		3554.4	28133.87	R	
49	3834.8	23977.30					27726.55					
50	3675.3	27298.27	846.76	3564.4	29055.03				3383.8	29465.18	R	
51				3563.4	29063.12				3392.9	29473.44	R	
52	3670.8	27342.14	846.56	3560.2	29066.70	816.68	29917.8		3389.9	29498.92	R	
53	3599.7	27479.15	845.97	3494.4	29235.12	816.82	29428.94					
54							29518.37		3319.5	30125.52	R	
55	3572.4	27992.26					29642.05					
56	3543.9	28091.21	846.27	3426	29417.48							

1 In dieser Gruppe sind die Linien nur sehr ungenau gelassen, nämlich von Paschen, mit der Thermosäule 11240, 10840, 9638.9, 9123.7. Da es aber die einzigen Linien in dieser Gegend sind, kann kaum ein Zweifel bestehen, daß wir eine Gruppe vor uns haben.

Davies (85, zu 15,1 bzw. 18,1 V., von Found 91 zu 15,6 V., von Rentschler (88 zu 17 V., von Hodgson und Palmer 95 zu 16,6 V. angegeben wird Werte, die Stead und Goswami (94) für zu hoch halten. Man vergleiche auch McLennan. Mit dem Werte von Horton und Davies stimmt die ultraviolette Emissionsgrenze nach Lyman ziemlich überein. Dejean (100) findet das Ionisationspotential in der Nähe von 15 Volt, das Anregungspotential etwa 16,2 Volt. Bei dieser Ionen geschwindigkeit erscheinen die stärksten Linien des roten Spektrums im Blau. Bei langer Exposition fanden sich schon Spuren dieser Linien bei 15–16 V. Das blaue Spektrum erscheint nach demselben Autor erst bei höherer Voltzahl, etwa 34 V. Es sollen vorzugsweise die „zweiwertigen“ Linien Starks auftreten, während die Mehrzahl der „dreiwertigen“ erst bei 40 V. auftreten soll. Alle diese Angaben sind indes höchst unsicher, da die Zahlen sich mit Änderung der Stromstärke völlig ändern. Eine genauere Untersuchung unter Berücksichtigung der gesetzmäßigen Beziehungen erscheint sehr erwünscht.

ALDEBARANIUM (Ad).

Siehe Neo-Ytterbium.

SILBER (Ag = 107.88, Z = 47).

Literatur.

- [73] L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente. I. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 835—868 (1900). Feinstruktur.
- [74] Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumann-Strahlen. Dissert. Berlin 1909. Berlin bei Gebr. Hartkopf. 41 pp.
- [75] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).
- [76] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. III. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 717—738 1910.
- [77] H. H. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 739—746 1910. Astrophys. J. 34 p. 1—20 (1911).
- [78] P. Joly, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. Ann. chim. et phys. 8 21 p. 148—197 (1910). Einfluß der Selbstinduktion.
- [79] W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. Phil. Trans. A. 211 p. 38—72 (1911). Druckverschiebung.
- [80] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Za. f. wiss. Photogr. 10 p. 69—80 (1911). Funkenspektrum.
- [81] F. J. Kasper, Messungen am Silberspektrum. Dissert. Bonn 1911. Za. f. wiss. Photogr. 10 p. 68—69 1911.
- [82] B. Dünz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911. Tübingen bei Laupp, 60 pp. — Buch. S. Hirsch, Leipzig 1911.
- [83] Fr. Exner und E. Haaschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2 Aufl. 3 Bände. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1911—1912.
- [84] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. München 1912. Za. f. wiss. Photogr. 10 p. 374—392, 393—432 (1912).
- [85] H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenanode. Za. f. wiss. Photogr. 11 p. 69—87, 119—132 1912.
- [86] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 226—250 1912.
- [87] G. A. Hemmleach, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineux de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872—874 (1912).
- [88] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektren. JAnn. d. Phys. (4) 39 p. 58—79 (1912).
- [89] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A. 87 p. 38—48 (1912).
- [90] H. Kühnemann, Die Verteilung der Emission im Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb 2 400. Dissert. Münster 1913. Za. f. wiss. Photogr. 12 p. 65 bis 76, 123—143 1913.

- 91 J. Scharbach, Über die Goldatzeinsche Methode zur Darstellung der „Grund spectra“. Dissert. Münster 1913. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 145-201 1913.
- 91a W. M. Hicks, A critical study of spectral series. III *Phil Trans. A* 215 p. 321 bis 420 (1913).
- 92 W. Hupperts, Neue Messungen der Bogenpektren einiger Metalle unterhalb 2300. Dissert. Münster 1913. *Za. f. wiss. Photogr.*
- 93 H. Reismann, Der Unterschied der Pulspektren verschiedener Elemente im Goldleerrohr. Dissert. Münster 1913. *Za. f. wiss. Photogr.* 13 p. 40-68 1913.
- 94 J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. *Wien. Ber.* 122 IIa p. 607-633 1913.
- 95 L. Janicki, und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metaldämpfen in der Glühmentladung. *Ann. d. Phys.* (4) 44 p. 1161-1168 1914.
- 96 J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Kupfer, Aluminium (Gold, Silber, Zink und Kohle bis 1800) nach dem internationalen System. *Wien. Ber.* 123 IIa p. 615-624 (1914).
- 97 H. Rohmann, Die Röntgenpektren einiger Metalle. *Phys. Ze.* 15 p. 715-717 1914.
- 98 H. G. L. Mosely, The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* (6) 26 p. 1024-1034 1914.
- 99 J. Frings, Das Bogen- und Funkenspektrum des Silbers nach internationalen Normale. Dissert. Bonn 1914. *Za. f. wiss. Photogr.* 13 p. 165-182 1914.
- 100 J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenpektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. *Wien. Ber.* 124 IIa p. 101-121 1915.
- 101 J. Kramatyk, Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. *Ann. d. Phys.* (4) 48 p. 375-400 (1915).
- 102 F. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 48 p. 808-824 (1915).
- 103 Ivar Malmar, Untersuchungen über die Hochfrequenzpektren der Elemente. Dissert. Lund, 1915.
- 104 K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbereich. Dissert. Tübingen 1915. *Ann. d. Phys.* (4) 50 p. 713-726 1915.
- 105 E. Friman, On the high frequency spectra L-series of the elements Lanthan-Zinc. *Phil. Mag.* (6) 32 p. 497-499 (1915).
- 106 M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments etc. *C. R.* 163 p. 87-90 1916.
- 107 E. Friman, Die Hochfrequenzpektren der Elemente. Dissert. Lund 1916.
- 108 M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzpektren der Elemente As-Rh. *Ann. d. Phys.* (4) 49 p. 611-616 1916.
- 109 M. Siegbahn, Über die Röntgenpektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioakt.* 13 p. 281-341 1916.
- 110 W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part IV. The structure of spark spectra. *Phil. Trans. A* 217 p. 201-410 1917.
- 111 S. Pfla de Rublos, Nuevas rayas del rubio y de la plata entre 2000 y 1800 Å en el espectro de arco en el aire. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 15 p. 216 1917.
- 112 M. Catalán Sabido, Nuevos dobles adicionales a las series espectrales de la Plata. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 15 p. 227-1917.
- 113 M. A. Catalán, Nuevas líneas en el espectro de arco de la plata entre 2000 y 2800 Å. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 16 p. 483 1917.
- 114 E. Wagner, Über Röntgenpektroskopie. *Phys. Ze.* 18 p. 405-410, 488-494 1917.
- 115 F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high frequency X rays. *Phys. Rev.* 2 10 p. 687-704 1917.
- 116 W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenpektren. Dissert. Lund, 1919.
- 117 M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenpektren bei den schwereren Elementen. *Phys. Ze.* 20 p. 261-263 1919.
- 118 W. Duane and Haug-Fuh-Hu, X-ray absorption frequencies. *Phys. Rev.* 2 14 p. 516-521 (1919).

- [119] J. Stark und O. Hardke, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Ann. d. Phys. (4) 58 p. 712-722 (1919).
 [120] A. S. King, Discussion of some evidence on the origin of radiation in the tube resistance furnace. Astrophys. J. 49 p. 48-53 (1919).
 [121] T. Takamine, The Stark effect for metals. Astrophys. J. 50 p. 23-41 (1919).
 [122] W. M. Hicks, The value of the Silver Oun. Phil. Mag. (6) 38 p. 301-317 (1919).
 [123] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Elemente Cu bis Na. Zs. f. Phys. 1 p. 439-458 (1920).
 [124] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Elemente W bis Cu. Zs. f. Phys. 3 p. 262-286 (1920).
 [125] W. M. Hicks, The spectrum of copper. Phil. Mag. (6) 39 p. 457-481 (1920).
 [126] F. M. Walters, Wave-length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. So. Papers Bur. of Standards Nr 411 (1921).

Das Linienspektrum des Silbers ist auch nach den zehn weiteren Jahren der Forschung nur schlecht bekannt. Das liegt besonders daran, daß die meisten Linien, sowohl des Bogen-, wie des Funkenspektrums, außerordentlich unscharf sind; einzelne Linien haben die Breite von mehreren ÅE, und erscheinen, wenn sie schwach sind, nur wie ein Wisch auf der photographischen Platte. Da hört natürlich die Meßbarkeit fast auf. So wird bei vielen Linien die Unsicherheit mehrere Zehntel Å betragen, bei anderen mehrere Hundertstel, und nur bei sehr wenigen haben die Tausendstel Bedeutung. Ist die Expositionszeit kurz, so verschwinden die schwächeren Linien, und daher kommt es, daß die Angaben der Beobachter so verschieden sind. In der folgenden Tabelle finden sich etwa 150 Linien, die nur von einem Beobachter gemessen sind.

Im übrigen ist die Kenntnis des Spektrums gewachsen, es hat sich nach Ultrarot durch Paschen [76], Randall [77], Meissner [104] und Walters [126] ausgedehnt, ebenso nach kurzen Wellen durch Eder [94, 96] und Handke [74]. Ferner sind die meisten Messungen nach L. A. ausgeführt. Die folgende Tabelle enthält die seit 1899 gewonnenen Zahlen. Die ältesten Angaben von Eder und Valenta [75] und die von Exner und Hasehek [83] habe ich nach meiner Korrektortabelle (Handbuch VI, p. 891) auf internationales Maß umgerechnet, die übrigen Zahlen sind schon in L. A. gegeben. Bei der allgemeinen Ungenauigkeit der Linien kommen Fehler der Korrektur nicht in Betracht. Die Messungen von Lehmann [88] im Ultrarot habe ich wegen ihrer außerordentlichen Ungenauigkeit nicht angeführt.

		Paschen 76]	Randall 77]	Meissner 104]	Walters 126]	Eder 100]
4 γ p	N	30061.	314 8			
	h'	30060.	300 6			
3d 4 γ p		18992.	23 16			
3d' - 4 γ p		18997.	79 16			
3p ₂ - 2s ₂		17415	67 20			
3p ₁ - 2s ₂		16919	95 60			
3d - 6 γ p		12561	10 10			
2p ₁ - 2s ₂		8274	4.1 40	8.59	3.58 10	
2p ₂ - 2s ₂		7694	82 30	7.87	7.79 10	7.89 100

	Exner u. Haschek Hogen	Kasper Hogen	Frings Hogen	Walters Hogen	Exner u. Haschek Funke	Eder u. Valenta Funke	Kasper Funke	Frings Funke	Joyo Funke
	(83)	(81)	(99)	(126)	(88)	(76)	(81)	(99)	(74)
0817							vorh		
5070							vorh		
5867		49		034 4			034 2	0 40 2 u	
46							0 6 1		
28							vorh		
28							vorh		
11							vorh		
5590							0 1		
70							7 1		
58							vorh		
2 p ₁ 3 p ₁	45	04		67 3					
30				9 91 2					
28				74 3					
20									
5494									
30							vorh		
2 p ₁ - 3 d'	71	52 10	05 6	51 8 u		49 5 49 10	0 2 u		
2 p ₁ 3 d	65	47 50	49 10	48 9 u v		32 30 42 16	0 4 u	46 3 u	
04									
50									
80									
84		2							
24							vorh		
08									
08							8 1 u	7 2 u	
01							1 1 u		
5885		86 2							
2 p ₁ - 3 p ₁	89	78 4							
2 p ₁ - 3 p ₁	5878	88 1							
2 p ₁ - 3 d'	09	04 30	08 10	08 8 u		08 20 08 20	8 3 u	08 11'	
5125		08 1 u							
4998		04 11							
4884		28 2 u							
74	14 1	18 4				14 2 20 1	1 0		
44		15 41							
4796		81 21							
4877		87 4 u				9 1 u			
2 p ₁ - 3 d	04	50 8	51 8	51 8 u		53 4 61 3	50 1	50 1 u	
20						5 1			
20						0 1			
15		86 41				6 1 u			
4505		86 41				7 1 u			
2 p ₁ - 3 d	4476	08 5	08 8	08 8 u		04 8 08 5	08 1	08 1 u	
47							08 1	08 3 u	
4896		82 2 u						504 11'	
85						06 1			vorh. 5
79	28 1	28 41	28 5 u						
46									
2 p ₁ - 4 d'	11	06 1	07 8	04 8 u		08 8	06 1	04 2 u 1	2
2 p ₁ - 4 d	4812	1 99 10 R	01 8 R	04 10 R u		19 10 R	vorh	08 3 R	

	Exner u. Haschek Bogen	Kasper Bogen	Frings Bogen	Catalan Bogen	Exner u. Haschek Funke	Kasper Funke	Frings Funke	Wagner Funke	Joye Funke
	[88]	[81]	[99]	[112]	[88]	[81]	[99]	[80]	[80]
4210	—	—	—	—	—	—	vorh.	—	6 8
4151	—	—	—	—	—	—	28 5u	—	—
4081	—	—	—	—	55 2	—	—	—	—
85	—	—	—	—	93 5	—	80 1u	88	—
68	—	—	—	—	—	—	01 2u	—	—
2p ₂ - 4d	55 27 50 R	53 10 R	26 7 Ru	—	24 5	—	—	21	2 2
46	—	—	—	—	—	—	—	—	0 2
36	—	—	—	—	83 1	—	—	—	—
27	—	—	—	—	2 1u	—	—	—	—
22	—	—	—	—	5 1u	—	—	—	—
04	—	—	—	—	7 1u	—	—	5.82	—
8080	—	—	—	—	—	—	67 8u	—	—
85	—	—	—	—	71 5	—	20 1u	18	—
2p ₁ - 4.5a	81 63 1	62 8	64 6u	—	7 1	—	—	58	—
68	—	—	—	22 8	—	—	—	—	—
61	—	—	—	3 2	—	—	—	—	—
51	—	—	—	0 1	2 1u	—	—	—	—
49	—	—	—	4 1	46 2	—	—	39	4 6
42	—	—	—	—	9 2u	—	—	87	—
37	—	—	—	—	1 1u	—	—	—	8.82 8
34	—	—	—	60 8	—	—	—	63	—
29	—	—	—	—	13 2	—	—	10	—
07	—	—	—	—	—	—	—	—	5 8
3444	—	—	—	—	3 2u	—	—	—	—
77	—	—	—	6 0	3 1u	—	—	—	—
73	—	—	—	—	4 1u	—	—	—	—
71	—	—	—	—	—	—	08 2	—	—
44	—	—	—	—	—	—	34 1u	—	—
2p ₁ - 4.5a	40	82 2	80 2u	—	—	—	74 1	80	—
28	—	—	—	4 2	—	—	—	—	—
2p ₁ - 5d	10	70 2u	9 11 7 5u	—	6 1u	—	—	61	6 2
08	—	—	—	—	—	—	94 3u	—	—
8766	85 1	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	11 1u	—	—	—	2.9 8
40	—	—	—	6 1	2 1u	—	—	59	—
14	—	—	—	—	15 1	—	5.91 2u	—	—
2p ₁ - 6a	10	68 11	—	—	—	—	68 5u	—	—
0304	—	—	—	0 2	70 1	—	3.84 1u	—	—
00	—	—	—	4 0	8 1u	—	33 1u	88	—
83	—	—	—	—	84 5	—	45 1u	27	2 0
2p ₂ - 5d	82 30 2u	30 21 37 3u	—	—	49 1	—	3.81 1u	1.86	—
74	—	—	—	3 2	12 2	—	—	14	18 0
71	—	—	—	—	—	—	82 7u	—	—
66	—	—	—	—	—	—	29 2u	—	—
65	—	—	—	—	—	—	64 8u	—	—
49	—	—	—	6 1	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	44 8u	—	—
00	—	—	—	—	—	—	09 2u	—	—
2p ₁ - 6d	24 2 1u	—	1 21	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	77 7u	—	—

	Exner u. Hasehek Bogen 88)	Kasper Bogen 91)	Frings Bogen 90)	Catalan Bogen 112)	Exner u. Hasehek Funks 81)	Frings Funks 100)	Wagner Funks 80)	Joye Funks 78)
3010				3 1	5 1u	101 1u	20	0 0
12				10 0	58 1			
3006					16 1			1 0
87				40 1				
68				40 2	1 1			
62		7 11						
67							42	
47					1 1		20	84 0
43						23 1u		
42		01 4	01 4u		60 4	20 1u	54	20 1
34						20 2u		
301						20 4u		
24							70	
2u-7d				5 01				
16					4 1			
13					20 1		11	
2p-10d				5 41				
06					10 1		16	10 0
01	08 1	04 4	04 4u		20 2	05 11	85	200 0
3410					0 1u		00	
06				7 1	00 1		26	
87				00 1		00 2u		
86						00 0u		
82						00 1u		
80						00 0u		
76				76 2	84 2	70 4u		0 1
08	16 1	18 1	21 4u		24 1	21 11	17	
68							03	
67					7 1			
64						20 11		
62								
2p-10d				4 01				
60					00 1			00 0
46					40 1		54	5 0
42								
301				01 1				7 0 0
20					0 1		20	21 0
21					7 1		00	20 0
10						00 4u		
2p-10d				6 11			11	
12						00 1u	00	0 2
2p-7d				0 41				
06				4 1	11 00 1	4 00 3		00 0
01							05	
3007					61 1		44	
94					0 1		300	
02								4 0
80					01 1			
80					4 2u	00 11	03	
87					00 1	10 11	87	

		Exner u. Haschek Hogen 83	Kasper Hogen 81	Frings Hogen 80	Catalan Hogen 112	Exner u. Haschek Funke 83	Frings Funke 89	Wagner Funke 80	Joye Funke 78
1.5a	2p, 3092	84 300R	92 10R	90 10R		80 100R	87 10R	60	84 7 1
	72					51 1	17 1U	46	
	71					7 1			
	69						67 3u		
	66					89 1			
	64					91 1	8.92 2u	70	
	61					8 1		78	
	61					06 1			
	54				7 1	4Co? 1			
	53					3 1			
	52				3 1	07 1		1.87	02 2
2p, 8d	49				8 21	31 1			
	47					51 1			
	44				6 1	71 1			
	43					20 1			
	41					31 1			
	39				4 1	21 1	24 1U		1 0
	34					4 1		11	
	33				4 0	08 1	08 1U		
	31				6 1	88 2	81 4u		8 3
	30					01Sn? 1	55 3u		
	29					01 1	81 3u		
	27			72 1u			15 4u	05	
	26					91 1			
	22					9 1		3.07	
	21				0 0	84 T? 1		78	
	18				0 0	21 1			
	16				4 0	31 1		36	
	15					4 T? 1	30 1U		
	12					08 2	00 1U		61 0
	08					06 1			
	07					21 1			17 2
	05	82 1	84 0u					64	
	04					0 1			
	04					1 1			
	01					50 3	50 2u		
0200						40 2	40 2u		4 0
	05					9 1			
	02					73 1	04 1U		
	00					01 1	47 1U	41	
	04					20 1	1 1U		
	03					04 1	04 1U		
	02					5 1			
	80					16 2	16 2u		2 0
	85					0 1			
	86					8 1			

1.1 Rhein-Postamt Bonn 1919 mit dieser Linie zu 3092.894.

		Kasner u. Haaschek Bogen	Kasner Bogen	Fringe Bogen	Catalan Bogen	Kasner u. Haaschek Funks	Fringe Funks	Wagner Funks	Joye Funks
		(88)	(81)	(89)	(119)	(81)	(89)	(81)	(78)
10a	20a	70	60	60	10R	60	10R	78	7
	70					67	10R		10
	74	—			22	1	41	2u	3
	71	—						94	
	70					2	1		
	60					81	1	86	
	64					5	1		
	67					30	1	33	
	64				0	0	23	1	1
	62					8	1		
	64					6	1	72	97
	67					4	1	80	0
	66					6	1		
	63	—				9	1	4 (8)	
	62					78	2	74	2u
	61					3	1		78
	49					101	1	76	1u
	49	—				2	1	86	
	47	—				24	1	80	
	46					9	1	63	4u
	44					107	4	96	2u
	41					26	1	5 (8)	6
	40					102	1	41	6
	33							71	11
	33	—	2 (8)	4u	26	2u	12	1	16
	31	—					4	1	20
	30	—					102	1	9 (8)
	29						102	1	8 (8)
	26						107	1	24
	23				2	1	60	1	47
	21						6	1	2u
	14						72	1	41
	14						1	1	1u
	16						72	2	71
	15		76	4	84	8	59	1	70
	10						12	1	64
	04						25	1	9 (7)
	07						17	1	23
	03						70	1	117
	01						87	2	36
	00								100
	00						105	1	2u
	1198						22	1	104
	93	—					6	1	7 (8)
	91	—					9	1	44
	87	—					82	1	85
	86	—					0	1	81
	85	—					12	1	11
	84	—					2	1u	2u

Exner u. Haschek Hogen	Kasper Hogen	Frings Hogen	Catalan Hogen	Hoppers Hogen	Exner u. Haschek Funke	Frings Funke	Wagner Funke	Joye Funke
[83]	[81]	[98]	[112]	[92]	[83]	[99]	[80]	[78]
3181								
80					72 3	63 1u	62	
79			16 2			60 3u	61	72 3
77					7 1	24 2u	24	
76					42 1		571b7	
75						61 1u		
74					2 1u			
73			6 1		64 1	62 1u	65	
72			2 1		22 1	81 2u	20	
70		57 3u				77 2u	64	
68			4 0					
66			0 0		17 2	17 2u	19	
49			3 1		9 1		0.06	
42					1 1			1 1
38						58 2u		
36						62 2u		
32						78 2u		
30					7 1u		88	
30 0 1u	68 6	62 4u			0 1u			0 1
29			3 1					
24					63 1		11	3.65 2
17					63 1	60 1u	84	7 0
16					7 1u	67 1u	42	6.8 0
14					7 1u			
13			61 1					
12			61 1		84 1		76	
3000 100 1	11 2	11 4			12 1	11 1u		
98			67 1					
96			49 1		6 1u		61	
95			3 2					3 0
82			8 2					8 0
81					0 1		0.80	
72								6 1
64								6 1
17						60 1u		vorh 2
14						12 1u		5.17 0
12					38 1			85 0
12					94 1	62 1u	85	
3001					68 1			
86					4 1			
83				61 1	83 1			85 3
76				28 1				
67					5 1			
43					64 1			
38	10 4	31 12		66 3	55 6	61 4u	63	4 3
34			1 21	22 2	24 20	21 6u	18	3 4
29			22 5	37 4	37 10	84 6u	80	22 4
26				41 1				

[illegible]

	Kasper Bogen [81]	Frings Bogen [90]	Catalan Bogen [112]	Huppers Bogen [92]	Exner u. Hasehek Funke [83]	Frings Funke [99]	Wagner Funke [80]	Joye Funke [78]
2000	96 3	40 2	50 6	53	49 20	46 8u	44	4 5
57					78 1		6.91	
56			78 1	74 1	84 10	92 5u		vorh. 4
55						95 3u		
48					57 1			
37					88 1	87 2u		
37					53 1			
28				58 1u	60 4	57 4u	63	5 2
20			61 1		70 3	65 4u	58	65 3
20					80 1			
19					62 1			
17					12 1		31	
14			30 5		58 10	57 7u	58	48 4
08			17 3	11 1u	14 10	16 7u	14	1 4
02					16 1	15 1u		
2000								17 2
98					5 1	7 2u	68	69 2
95				58 2u	67 3	69 5u	58	5 3
91								
81					21 1			3 0
81					21 1			
76	20 4	62 3u	80 6	77 2	77 20	74 8u	63	57 5
67				76 3u	7 1u		80	4 2
64				11 1	19 2	16 4u	15	
63				32 1u	41 5	41 5u	48	2 3
62					53 5			63.4 3
62					2.66 1			62.7 3
62				62 1		90 6u	94	
57					5 1			6.7 0
55			40 1	45 1	48 2	41 4u	38	2 2
30					38 1			
37					83 1			6.6 2
35			19 6	36 3	30 10	32 8u	31	4 4
32					7 1			
30					5 1			9.6 2
26								26.2 1
23								23.0 0
21					19 1			
16								16.1 0
11								11.8 0
08					14 1			
07					30 2			
06	40 1		73 8	66 3	63 10	60 7u	62	6 5
04					78 1	78 3u		
04			63 1	63 1	11 6	09 5u	07	0 3
2100						81 1u		
93				18 1				
92				15 1				
88						93 2u		9.8 2
85					64 2	72 3u	87	7 3

	Exner u. Haschek Hogen	Kasper Hogen	Fringe Hogen	Catalan Hogen	Hoppers Hogen	Exner u. Haschek Funks	Fringe Funks	Wagner Funks	Eder Funks	Joye Funks
	88	81	99	112	12	81	100	81	104	78
24461							64 2u			
86				100 1	78 1	78 1	78 1u			
80				47 2	80 2	41 10	40 6u	47		46 8
79						31 1				86 0
77				86 4	27 1	26 16	28 7u	34		27 4
76						74 1	80 2u			
76						21 1				
78				106 8	14 6	84 20	80 8u	80		8 4
72					14 1	92 8	192 2u	105		4 0
71						36 1	36 1u			
69						66 8	60 3u			6 0
69						39 1				
68						17 1				
62				104 2	22 1	20 10	26 6u			17 2
61						24 1				3 2
60				84 2	20 1	32 10	32 6u	34		
57						64 1				
56					78 2					
51				40 4	23 2	31 40	41 7u	41		20 4
50						41 1				191 2
47		70 2	102 3		11 1	101 20	91 8u	90		8 6
46				21 2		34 6	34 4u	40		4 2
45						66 1				6 1
44				10 2	27 1	22 8	23 6			2 8
39										6 2
37	76 1	87 4	79 4		79 10	81 30	79 98	84		7 6
36						62 2	64 2u			4 1
35							66 1u			6 2
30							37 8u			
29				68 4	62 2	66 20	62 8u	71		6 6
28				17 4		21 3	24 6u	29		2 2
23						62 2	68 3u	60		8 2
20				21 4	10	11 10	106 7u	16		11 6
14						83 1				
13		104 4	119 4		21 6	23 20	19 88	31	21 10	23
11			34 1u	40 6	88 2	41 16	36 7u	43	37 8	36
10						12 2	108 2u	17	100 2	1 2
09						11 1	110 1u	108		vorh 1
06					100 1					6 1
05						101 3			4 104 1u	vorh 1
02					62 1	60 3	62 4u	61	60 1u	6 2
23000						66 1		97		2 1
96					107 1	68 3			104 8	6 1
92						68 2	17 3u	100	94 2u	8 1
90					64 1	68 6	66 6u	61	66 4	6 4
86						68 2	79 3u	42	80 1	
83						62 2	80 4u		34 1	6 1
82					18 1	17 2		24	21 1	2 1
80					04 1					
80						1 1				

	Exner u. Haschek Bogen	Kasper Bogen	Frings Bogen	Catalan Bogen	Huppers Bogen	Exner u. Haschek Funke	Frings Funke	Wagner Funke	Eder Funke	Pfiffa Funke	Joye Funke
	[88]	[81]	[99]	[112]	[92]	[83]	[99]	[80]	[94]	[108]	[78]
2379						7 1					
75	4.67 2u	06 4 U	06 5 U		4.90 20 u	4.9 2	01 4 u	15			4.9 4
73	12 1					71 2					
69							88 4 u				
65						69 2	70 3 u	72	67 1		7 2
63				14 3	3.97 1	01 5	3.90 6 u	3.98	3.90 5		0 4
62				36 2	17 1	20 4	19 5 u	18	17 4		2 4
58				98 2	86 1	87 6	85 7 u	85	85 7		78 6
57		76 4		85 6	97 3	92 8	92 7 u	91	92 6		80 8
56											7 1
48											2 00
43						77 1		73	75 1		6 1
41						92 2	80 2 u		92 1		7 0
39						17 2	16 1		16 1		0 0
38						72 1					
32						29 2	25 2 u		25 2 u		
31		25 4	37 4		37 3	40 10	35 7 u	35	36 8		36 6
29						1 1					
25						12 6	01 6 u	10	03 5		
24		56 3	66 2		72 3	68 6	65 7 u	50	65 5		61 6
21						56 2	53 4 u	49	50 2 u		5 0
20		11 3	21 2		31 3	29 10	28 8 u	22	23 7		26 6
18						52 2	47 3 u		47 1		9.1 0
17		6.92 3	6.8 2		6.8 2	6.6 8	6.2 7 u	6.1	6.3 6		6.95 6
15						32 1					6.0 0
14						7 1					8 0
12						4 1		64	57 3 U		7 0
09	58 3	47 4 u	51 6 u		63 6 u	6 3	55 5 u	52			6 4
2396			18 2								
96							43 1 U	12	04 2	00 0	7 2
95						08 2	03 4 u				0 1
91						10 1			0.94 1		vorh. 0
86						50 2	44 4 u		42 2		4 1
82						67 1	25 2 u		56 1		
79		84 3			0.07 3 u	0.08 4	96 7 u	93	96 6	98 3	90.0 6
77					87 1	43 2	38 3 u	38	37 2	40 1	4 0
76			62 2								
75					27 1	32 2	25 4 u	21	24 2 u	22 2	2 2
74						16 1					2 2
73						30 1					
67						41 1					
63					47 1 u	45 2	43 4 u	44	46 2 u	49 2	4 3
60						26 1	20 2 u				
48		58 3	70 2		77 3 u	74 2	71 6 u	71	72 4		7 3
46		96 4	37 2		45 4 u	43 4	38 6 u	36	37 4 u		4 4
44			21 2 u								
43						5 1				51 1	
41						90 1	78 3 u			94 0	8 2
41						35 1	36 2 u		34 1		

	Hoppers Hogen	Kuener u. Hasebek Funke	Fringa Funke	Wagner Funke	Eder Funke	Eder Funke	Pöts Funke	Joye Funke
	92	93	90	90	94	95	100	78
2240		43 2	40 3u	25	44 1		23 0	4 0
34		40 2	33 2u		36 1			4 1
35		73 1						
20	54 2	54 3	48 0u	45	40 2		45 3	57 4
24							50 1	
25		18 2	17 3u	22	100 1			1 4
28		104 1						
19		104 2	105 3u	70	100 2		55 0	5 1
18		101 1						
14							103 1u 4	
11		18 2			10 2			2 3
104	18 1	61 1		101	40 2		42 0	5 0
07	41 1							
101	100 1			10			01 1	
105	17 1	105 2			105 2			105 1
104		43 1			34 1		40 1	
103	60 1	64 1			54 1		64 0	
102	10 2u	11 2		105	104 1		16 2	
2107		20 1						1 1
105		20 1						
101	2,86 1u	100 1			101 1			20 3
105	102 2	81 2		71	78 4		74 3	101 3
101	73 1u							
74	17 1u							
73		67 1						
71		74 1			74 2		74 0	
70		104 1		104	104 2		105 0	104 10
69		105 1					107 0	
68	100 2	68 2		45	42 3		61 3	5 3
66		105 1						
65	14 1u							
61		101 2		215	104 2			20 1
49		102 1			10 1			12 0
45	17 1	100 2		45	55 3		55 3	100 1
104							101 u 2	
20		11 1						
25		44 1		24	44 2		100 1u 10	
20		101 1						
20	44 1	45 2		100	36 2		44 3	45 1
18	107 2	104 2		74	75 3		101 3	105 2
101		71 1						
2044								
101						27 2		
75						102 2		
70						69 1		
65				105	105 3	102 4	105 2	
61						102 4	105 2	
53						72 2		
15						65 3		
00								

1.5u-3p₂1.5u-3p₁

Eder Funke [96]			Handke [74]			Eder Funke [96]			Handke [74]			Eder Funke [96]			Handke [74]			Eder Funke [96]			Handke [74]		
1880	54	2				1877	—	6	1			1780	5	1									
98	45	1				74	19	1	2	3		78	9	3									
94	35	1				72	70	3	5	6		71	8	6									
93	55	3				71	—	8	5			68	6	6									
90	26	1				67	42	1	1	7		66	3	2									
81	10	1				66	36	1	1	7		63	1	3									
76	28	1				62	—	9	5			62	6	2									
75	15	2				59	92	1	0,0	5		61	8	1									
66	09	1	6	3		58	20	1	3	4		60	7	4									
60	09	1	5	1		55	57	1	9	4		58	7	2									
58	48	1	9,2	1		53	—	4	4			57	9	3									
56	89	3	7,2	7		49	—	4	5			55	7	2									
53	86	1	—			46	—	7	5			54	9	2									
52	26	1	6	3		39	—	5	5			51	7	3									
52	00	1	—			38	—	1	4			51	3	6									
47	69	1	8	4		35	—	6	3			48	1	1									
45	51	2	7	3		34	—	0	3			47	6	3									
44	60	1	6	3		31	—	8	4			45	6	4									
42	93	1	5	2		28	—	6	5			43	1	5									
42	35	1	—			26	—	5	4			40	7	1									
36	—	—	4	1		23	—	5	1			38	9	1									
32	76	2	—			22	—	0	4			28	7	4									
32	33	2	1	6		21	—	0	1			27	2	3									
31	75	2	—			18	—	8	1			22	4	5									
24	63	1	2	5		16	—	4	6			19	1	3									
16	30	4	5,7	8		08	—	9	2			18	1	3									
12	27	1	1,9	4		08	—	0	5			14	3	1									
07	77	1	1	4		05	—	1	2			13	0	1									
1898	13	1	8	1		02	—	1	6			09	5	2									
97	—	—	4	2		1797	—	7	1			07	6	2									
95	98	2	6	4		96	—	9	1			06	1	3									
93	30	2	2,8	4		93	—	9	5			1094	0	6									
88	90	2	1	6		85	—	7	1			81	4	4									
84	—	—	3	2		84	—	2	2			78	7	2									
81	—	—	2	1		82	—	9	1			75	4	1									
79	63	3	0	6		81	—	6	1			74	5	2									

Von hier ab X-Einheiten.

Siegbahn u. Friman [108], [109]			Hjalmar [124]			Siegbahn u. Friman [108], [109]			Hjalmar [124]		
K _{α2}	5670					L _{α3}	4133		4131,70		
K _{α1}	5620					L _{β1}	3928		3926,64	8	
K _{β1}	5010					L _{β4}	3861		3861,09	2	
K _{β2}	4910					L _{β2}	3825		3824,45	3	
L _{α2}	4155		4153,82	3		L _{β3}	3806		3805,83	6	
L _{α1}	4146		4145,64	10		L _{γ1}	3615		3614,85	3	

1) Millikan (Astrophys. J. 52, p. 50 (1920) gibt an, daß er das Silberspektrum bis λ 290 verfolgt habe.

Terme Dunz.		Terme Dunz.	
1 ₁ s	660816	3 ₁	123006
2 ₁ p	306217	3 ₁ p	123008
2 ₁ p	316427	4 ₁ p	68911

Von weiteren Untersuchungen über den Bogen seien zunächst die von Oellers [84] und Kuenemann [90], angeführt. Sie wollen erforschen, wie sich die verschiedenen Teile eines zwischen Metallstäben brennenden Bogens in bezug auf die Emission der einzelnen Linien verhalten. Da zeigen sich dann große Unterschiede zwischen dem positiven und negativen Pol. Von den Silberlinien sind noch 90,847% stärker am negativen Pol, als am positiven, nur 2,4% verhalten sich umgekehrt. Die am negativen Pol verstärkten Linien sind vor allem für den Funken charakteristische Linien, während für die Serienlinien die Unterschiede gering sind.

Auf ähnlichem Gebiet bewegt sich eine Arbeit von Hertenstein [85], welcher die Spektren der Flamme untersucht, die der Bogen bei hoher Spannung und Stromstärke anzustellen pflegt. Bei Silber zeigt sie das gewöhnliche Bogenspektrum, wenn auch mit etwas geänderten Intensitätsverhältnissen, keine Banden.

Kramstyk [101] untersucht sowohl das Bogenspektrum wie das Funkenpektrum und teilt die Linien in Gruppen, je nachdem sie vom Kern des Bogens oder Funkens oder nur von der Anode emittiert werden. Auch sucht er Beziehungen zur Serieneinteilung der Linien aufzustellen. Die Arbeiten von Oellers und Kuenemann sind ihm anscheinend entgangen.

Zwischen Silberstäben brennt Duffield [79] einen Bogen bei Überdrucken von 1—200 Atmosphären. Er photographiert das Spektrum nur von λ 4320 bis λ 4600, auf welcher Strecke sich nur die Linien 4476, 4311, 4212, 4065 finden, außerdem 4068 von Pb. Die erste gehört zur zweiten Nebenserie, die beiden letzten zur ersten Nebenserie. Bei wachsendem Druck verbreitern sich die Linien der ersten Nebenserie ganz gewaltig, z. B. wird 4212 bei 20 Atm. 120 A.E. breit, aber diese Verbreiterung ist nicht kontinuierlich, sondern besteht aus zahllosen Linien, die bei 5 Atm. ziemlich scharf sind, dann aber sich auch verbreitern und zusammenfließen. Die Linie der zweiten Nebenserie verbreitert sich viel weniger. Neben der Linie 4311 entsteht eine Reihe von Linien, die ein nach Rot abgeschattetes Band zu bilden scheinen, dessen Kante 4311 ist. Mit wachsendem Druck dehnt sich das Band immer weiter nach Rot aus, aber 4311 verliert den Charakter als Kante. Mit der Verbreiterung ist eine Verschiebung verbunden, die sich natürlich nur mit geringer Genauigkeit messen läßt, bei 25 Atm. etwa eine halbe Angströmeinheit erreicht. Ferner werden die Linien mit wachsendem Druck schwächer und verschwinden schließlich, das Spektrum wird kontinuierlich. Die Linien der ersten Nebenserie verschwinden zuerst, schon zwischen 25 und 30 Atm.

Außer den Linien zeigt sich ein Bandenspektrum, dessen Linien aber auch durch Druck verbreitert werden und schließlich zu dem kontinuierlichen Grund zusammenfließen. Nach den Photographien zu urteilen ist dies Bandenspektrum außerordentlich unklar, von einem regelmäßigen Bau ist nichts zu sehen. Im Bd. V dieses Handbuchs sind schon Tabellen für drei verschiedene Bandenspektren des Silbers veröffentlicht, zwei von Hartley, eins von Duffield und Rossi. Es scheint, als ob das unter Druck auftretende Spektrum wieder verschieden sei. Aber bei der großen Unsicherheit der Angaben und der scheinbaren Veränderlichkeit mit Druck sei von der Wiedergabe der langen Tabelle Duffields abgesehen.

Im Anschluß an die Untersuchungen über den Bogen sei eine Diskussion von King [120] erwähnt, welche sich gegen die Meinung von Hemsalech [Phil. Mag. (6), 36, p. 209–230, 281–296, (1918)] richtet, die Emission der Spektrallinien werde nur chemisch oder elektrisch hervorgerufen, nicht durch Wärme. Dabei hatte Hemsalech auch anzugeben, daß es ihm unmöglich gewesen sei, durch Wärme allein die Linien von Cu und Ag zu erzeugen. King betont mit Recht, daß ein Beweis für die Unwirksamkeit der Wärme nicht erbracht sei, seine Versuche die gegenteilige Annahme wahrscheinlicher machen.

Wenden wir uns nun zu den Funkenspektren. Da sei zuerst Joye [78] erwähnt, der den Einfluß der Selbstinduktion bei vielen Funkenspektrum, darunter auch dem des Silbers, behandelt. Er gibt auch eine Messungsreihe des Spektrums. Das Einzelne sehe man in der Arbeit selbst. Hartley [89] will die empfindlichsten Linien feststellen, und die Substanzmenge, welche sie erzeugt, ein sehr vager Begriff. Ein einzelner Funke gebe die Linien 2448 und 2413, dabei werden 0,000033 mg verbraucht. Für die Knallgasflamme seien 3383 und 3281 die empfindlichsten Linien, welche durch 0,1 mg erzeugt werden.

Scharbach [91] läßt nach der Methode von Goldstein Funken durch Pulver von Silberchlorid gehen und erhält eine Menge Linien. Die meisten deutet er mit Recht als Chlorlinien; aber eine bei 5424 gibt er als Silber, was sicher ein Irrtum ist. Denn hier ist nur von sehr wenigen eine schwächste Silberlinie angegeben, während bei 5423,4 eine der stärksten Chlorlinien liegt. Die Methode hat also keine Silberlinien hervorgebracht.

Janicki [73] erzeugt einen Bogen im Vakuum zwischen metallischem Silber und Wehneltkathode, untersucht das Spektrum mit Lummeracher Interferenzplatte. Alle Serienlinien zwischen 5471 und 3810 erweisen sich als einfach und sehr scharf. Dasselbe Resultat erhält mit Stufengitter Wali Mohammad [86].

Janicki und Seeliger [95] vergleichen die Spektren von Bogen und Funke mit denen von positiver Säule und Glühlicht. Bei Silber sind keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den resp. Spektren vorhanden; nur endeten die Linienspektren in Glühlicht und Säule bei λ 3280, während ein

Bandenspektrum dort sichtbar war, dessen Hauptkanten bei 3330, 3350, 3357 lagen. Diese Zahlen erinnern an die von Hartley [53] 3330, 3358

Reismann [93] untersucht mit einem Apparat, der demjenigen von Janicki [73] ähnlich ist, den Unterschied an den Polen des Gießblechs. Bei Silber findet auch er keine Unterschiede, aber ein Bandenspektrum, dessen Hauptkanten sind: 4388, 4206, 4264, 4180, 4123, 4095. Die Banden sind nach Rot abgeschattigt, es scheinen die Banden von Duffield und Rossi zu sein. (Vgl. Bd. V, p. 92.)

Stark und Hardtke [10] erforschen den Einfluß des elektrischen Feldes auf ein paar Linien der zweiten Nebenserie 4212, 4210, 406a, 3813, 3810, 3682. Die Linie 3813 ist freilich sonst nicht beobachtet.

Der gesetzmäßige Bau des Silberspektrums ist erst zum Teil aufgeklärt. Neben zwei schon von Kayser und Runge gefundenen Nebenserien ist eine Bergmannserie nachgewiesen, sowie zwei Paare einer Hauptserie neben einer Anzahl von Kombinationslinien, die in der Tabelle nach der Zuordnung von Dunz [82] angegeben sind, ebenso wie die Terme, die auf Grund der aus der zweiten Nebenserie berechneten Grenze ermittelt sind. Möglicherweise sind die Glieder Nr. 4 und 5 der ersten Nebenserie in Wahrheit Kombinationen $2p_1$ in $7p$. Catalán Sañudo [112] hat der zweiten Nebenserie, die er neu berechnet, noch einige Glieder zugefügt und ein zweites Glied der Hauptserie neu bestimmt. Eingehend hat sich Hicks [110, 91a, 122] mit dem Silberspektrum beschäftigt. Man findet bei ihm eine neue Berechnung der Grenzen und Serien, ferner eine Untersuchung über das Funkenspektrum des Silbers, in dem er eine große Anzahl nach Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen ausgesuchter konstanter Differenzen findet, die nach seiner Annahme unter sich und mit den Linien des Serienspektrums in Zusammenhang stehen. Endlich untersucht Hicks [122] die Größe und das Verhalten des von ihm als abhängig vom Atomgewicht angenommenen in den Serienformeln vorkommenden Terms. Man vergleiche für die Einzelheiten dieser Berechnungen 110, 122, 125, durch die Erkenntnis der Bedeutung der Ordnungszahl scheint die Untersuchung der Atomgewichtsterme überholt. Im Bereiche des Röntgenspektrums sind eine Reihe von Linien der K- und L-Serien gemessen worden, zuerst von Moseley [98], dann insbesondere von Siegbahn [103, 108, 100, 107, 116] und seinen Mitarbeitern. Die stärksten Linien der L-Serie treten außerdem leicht als Verunreinigungen im Cu-Spektrum auf und sind mehrfach gemessen worden. In der Tabelle findet man die neuesten Messungen von Hjalmar [123, 124] neben einigen älteren Messungen. Die Bezeichnung stammt von Siegbahn. Die Wellenzahlen dürften in der zweiten Stelle hinter dem Komma in Å Einheiten noch unsicher sein. Als Wellenlänge der Absorptionskante geben u. a. Wagner [102] 4000, de Broglie [106] 4703, Blake und Duane [115] 4850. Man vergleiche auch Duane und Hong-Fuh Hu [118] sowie Siegbahn und Jönsson [117].

Während des Druckes der vorstehenden Seiten ist eine neue Arbeit zu Ag erschienen:

B. E. Moore, Excitation stages in open arc-light spectra. Part. II. Astrophys. J. 54, p. 246—272 (1921).

Der Verf. teilt die Linien in verschiedene Klassen, je nach ihrem Erscheinen im Bogen mit wachsender Stromstärke, 0,02 bis 1 Amp. Zur ersten Klasse gehören natürlich 3383 und 3281; zur zweiten: 5472, 5466, 5209 usw.

ALUMINIUM α 271. Z. 13

Literatur.

- [92] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bereiche der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p 511-524 1909
- [93] Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen. Dissert Berlin 1909, Berlin bei Hartkopf, 41 pp
- [94] L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente. Ann d'Phys. 4) 29 p. 229-244 1909
- [95] Lorrain de Roischaudran, Sur les spectres de bandes du baryum et de l'aluminium. C. R. 149 p 999-1001 1909
- [96] P. Bonifantius Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert Freiburg Schweiz 1909
- [97] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bereich der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p 1077-1100 1909
- [98] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bereich der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p 619-618 1910
- [99] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. III. Ann d'Phys. 4 58 p 717-734 1910
- [100] G. A. Hemmelsch, Sur les durées relatives des raies du calcium dans l'étincelle de selfinduction. C. R. 161 p 220-224 1910.
- [101] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 69-70 1911.
- [102] H. Duns, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert Tübingen 1911. Bei Laupp, Tübingen. 80 pp.
- [103] J. Barnes, The spectra of aluminium, copper and magnesium in the arc under reduced pressure. Astrophys. J. 34 p 169-168 1911
- [104] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. Proc. Roy. Soc. Dublin 2) 13 p 292-218 1912
- [105] H. Gellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. Münster 1912, Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 374-372 1912
- [106] T. van Loohuizen, Bijdrage tot de kennis van Lijnspectra. Dissert. Amsterdam 1912.
- [107] Ch. Wall-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912
- [108] Th. Lyman, Spark spectra of the alkali earths in the Schumann region. Astrophys. J. 35 p. 341-353 1912
- [109] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Bd. II und III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 u 1912
- [110] W. N. Hinks, A critical study of spectral series II-III. Trans. A 212 p 33-71 (1912).
- [111] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of elements producing these lines. Proc. Roy. Soc. A 87 p 29-40 1912
- [112] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektren. Ann d'Phys. 4 39 p 63-79 1912
- [113] Th. Lyman, The ionization of gases by light and the spark of aluminium in the Schumann region. Phys. Zs. 13 p. 586-584 (1912).

- [114] G. A. Hemmelsch, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineux de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872-874 (1912).
- [115] E. E. Howson, Band spectra of Aluminium, Cadmium and Zinc. Astrophys. J. 38 p. 296-298 (1912).
- [116] H. Kühnemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb 24000. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 65-76, 128-143 (1913).
- [117] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607-633 (1913).
- [118] W. Happers, Neue Messungen der Bogenspektren einiger Metalle unterhalb λ 8200. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 46-88 (1913).
- [119] R. Grünter, Das Bogen- und Funkenspektrum von Aluminium in L. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 1-19 (1914).
- [120] A. B. Manning, Note on the spectrum of the aluminium arc. Astrophys. J. 37 p. 288-291 (1913).
- [121] J. Stark, G. Wendt, H. Kirschbaum und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Al, A und Hg in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 241-302 (1913).
- [122] A. de Gramont, Sur le spectre de bandes de l'aluminium et sa présence dans les spectres de flamme de certains minéraux. C. R. 157 p. 1364-1368 (1913).
- [123] A. S. King, A study of the relation of arc and spark lines by means of the tube arc. Astrophys. J. 38 p. 315-340 1913. — Mt. Wilson Contrib. 73.
- [124] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part III. The atomic weight term and its import in the constitution of spectra. Phil. Trans. A 213 p. 323-420 (1913).
- [125] H. G. I. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 26 p. 1024-1034 (1913). — Ib. (6) 27 p. 703-713 (1914).
- [126] Otto Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Dissert. Göttingen 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 133-172 (1913).
- [127] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle de quelques éléments. C. R. 156 p. 1410-1419 1913.
- [128] L. Janicki und R. Saetiger, Über die Lichtemission von Metaldämpfen in der Glimentladung. Ann. d. Phys. (4) 44 p. 1161-1168 1914.
- [129] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum. . . Wien. Ber. 123 IIa p. 615-628 1914; Zs. f. wiss. Photogr. 14 p. 137-147 (1914).
- [130] J. Stark und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Al, Si, Cl, J und des N in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 23-74 (1914).
- [131] S. Popow, Über eine Gesetzmäßigkeit in den Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 147-175 (1914).
- [132] R. A. Wetsel, The transverse Stark effect upon Aluminium doublets. Physic. Rev. 4 p. 560 (1914).
- [133] N. Kramatyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 375-409 (1915).
- [134] Ivar Malmær, Untersuchungen über die Hochfrequenz-Spektren der Elemente. Dissert. Lund, 1915.
- [135] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 124, IIa p. 101-120 (1915).
- [136] Th. E. Robinson, The spectra of cathode metals. Astrophys. J. 42 p. 478-479 1915.
- [137] E. Friman, Die Hochfrequenzspektren der Elemente. Dissert. Lund 1915.
- [138] G. Wendt und R. A. Wetsel, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes usw. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 419-432 (1915).
- [139] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und ultraroten Spektralbereich. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 713-728 (1915).
- [140] F. Paschen, Bohra Heliumlinien. Ann. d. Phys. (4) 50 p. 301-340 (1915).
- [141] F. A. Saunders, Notes on certain ultraviolet spectra. Astrophys. J. 43 p. 224 bis 242, 1915.

- 142 *T. Takamine and Shigeharu Nitta. The spark and the vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultra-violet. Mem Coll. Kyoto 2 p. 117. 1.5. 1917
- (143) M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 13 p. 286. 841 1916.
- (144) M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Natrium bis Chrom. Phys. Ze. 17 p. 318. 319 1916
- (145) A. M. Johanson, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. Ark. Math.-Astr.-Fysik. 12 p. 1. 92 1917
- (146) M. Hügemann, Beiträge zur Kenntnis der Spektren der Halogene. Dissert. Münster 1917.
- (147) H. Deslandres, Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes. C. R. 166 p. 1179. 1186 1919. Ib 168 p. 861. 868 1919
- (148) William Duane and Heng-Fuh Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. 2, 14 p. 616. 621 1919
- (149) J. Stark und O. Hardke, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Ann d. Phys. 4. 88 p. 712. 722 1919
- (150) J. C. Mc Lennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. Proc Roy Soc A 95 p. 316. 322 1919
- (151) H. Frick, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements magnesium to chromium. Phys. Rev. 2. 18 p. 202. 216 1920
- (152) E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren Elemente Cu bis Na. Ze. f. Phys. 1 p. 433. 458 1920
- (153) M. Siegbahn und K. A. Wingarth, Eine Methode für Intensitätsmessungen bei Röntgenstrahlen nebst einigen vorläufigen Absorptionsbestimmungen. Phys. Ze. 21 83. 86 1920
- (154) F. M. Walters, Wave-lengths measurements in arc spectra photographed in the yellow red and infra-red. Re. Pap. Bur. of stand. Nr 411 1921
- (155) F. K. Richtmyer, The laws of absorption of X-rays. Phys. Rev. 2. 18 p. 13 bis 30 1921.

Das Linienspektrum des Al war bei Abfassung des Bandes V nur schlecht bekannt, da im wesentlichen nur die Messungen von Kayser und Runge und von Exner und Haschek vorlagen. Das ist erheblich besser geworden zunächst hat Grünter (119) eine vortreffliche Messung des ganzen Bogen- und Funktenspektrums geliefert; dann haben Exner und Haschek (100) auch den langwelligen Teil berücksichtigt. Eder und Valenta und Eder allein (92, 97, 98, 117, 120) haben erhebliche Stärke des Spektrums gemessen. Im Ultrarot folgt Paschen (89) noch eine Linie bei 39μ hinzu, dann machen hier Lehmann (125), Meissner (130) und Walters 154 Messungen. Im kurzwelligen Teil mißt Wagner (101) brillant Aluminium-Funktenlinien, welche ich aber als wenig genau nicht in die Tabellen aufnehme. Dann macht Happers (118) hier Angaben. Für die aller kürzesten Wellen endlich liegen Messungen von Bloch (127), Takamine und Nitta (142), Mc Lennan (150), Hardke (93) und Lyman (108) vor; letzterer erreicht λ 1238. Freilich kann man noch lange nicht sagen, das Spektrum sei gut bekannt, denn eine große Anzahl von Linien werden nur von einem Beobachter angegeben, bleiben also zweifelhaft. Das erwähnte Zahlenmaterial ist in folgender Tabelle vereint wobei die Messungen nach Rowland auf I. A. umgerechnet sind:

Paschen	Grüner	Erner u. Haschek	Eder	Grüner	Eder u. Valenta	Erner u. Haschek	Walters
91. 99	Bogen	Bogen	Bogen	Funk	Funk	Funk	Bogen
4 Jp-R5-2	39104	6					1154
2p-2.5s	21166	3					
2p-2.5s	21046	2					
2p-4d	16752	2					
2p-4d'	16720	5					
1.5s-3p	13151	65					
1.5s-3p	13125	36					
3d-4 Jp	11255	5					
3d-5 Jp	8775	1	4.56				1.48 5r
3d-6 Jp	7836		6.86				7.1 6ur
	7466		6.-				5 2ur
	7362						
	7057						
	7042						
1.5s-4p	6998	70	734 3	77 4			7.8 5
1.5s-4p	96	06	064 3	66 5			12 7
	6245						
	6233						
	6287						
	6193						
	77						
	70						
	51						
	5722						
	5686						
	5651						
	5656						
1.5s-5p	5657	95					6.9 2u
1.5s-5p	57	06	95 1u	8.15			15 2
1.5s-6p	5105	39. d	98 1u	35			45 3
							62 3

1 Lehmann 111 gibt mit sehr geringer Genauigkeit die Linien 13102 1. 11239.2 3. 8770.1 2. 7883.5 2. 6363.8 2
2 Manning 119 misst 5107.5 und 5105.57.

		Grünter Rogen	Exner und Haschek Bogen	Grünter Funke	Exner und Haschek Funke		
		[119]	[109]	[119]	[109]		
1.5s—6p ₂	4703	—	—	—	0	1u	
	01	—	—	—	3	1u	
	4672	—	—	—	8	1u	
	67	—	—	—	2	1u	
	63	—	—	363	5u	37	5
	4589	—	—	—	8	1u	
	79	—	—	—	3	1u	
	67	—	—	—	8	1u	
	64	—	—	—	8	1u	
	29	—	—	49	8u	5	10u
	12	—	—	84	6u	83	5u
	10	—	—	—	8	1u	
	4479	—	—	—	8	5u	
	66	—	—	—	48	1u	
	48	—	—	—	2	1u	
	00	—	—	—	2	1u	
	4370	—	—	—	8	1	
1.5s—2p ₁	3961	540 10R	56 1000R	538 10Rr	59 100	1)	
1.5s—2p ₂	44	032 10R	05 800R	027 10Rr	07 50r		
	00	—	—	68 2	68 2		
	3810	—	—	—	01	1	
	04	—	—	—	08	1	
	3791	—	—	—	77	1	
	88	—	—	—	6	1u	
	85	—	—	—	35	1	
	82	—	—	—	25	1	
	81	—	—	—	2	1u	
	79	—	—	—	07	1	
	75	—	—	—	05	1	
	72	—	—	—	10	1	
	40	—	—	—	2	1	
	13	—	—	60	3u	70	3u
	02	—	—	57	2u	55	2u
	3612	—	—	47	7u	47	20
	01	—	—	74	8u	83	30
	3586	—	—	82	10U	90	100u
	63	—	—	9	0u	8	1u
	61	—	—	73	1u	7	1u
	39	—	—	15	0u	1	1u
	35	—	—	47	0u	5	1u
	34	—	—	2	0U	2	1u
	27	—	—	15	0U	18	1u
	04	—	—	—	9?	1u	
	03	—	—	56	1u	5	1u

1) Dieses Linienpaar tritt überall im Bogen als Verunreinigung auf, und ist in vielen Bonner Arbeiten gemessen. Es seien folgende Zahlen gegeben:

3961: 539, 537, 530, 535, 543, 536, Mittel 5367

3944: 026, 030, 018, 026, 027 024, Mittel 0251.

	Grünter Bogen	Exner und Haschek Bogen	Huppers Bogen	Grünter Funke	Exner und Haschek Funke	Eder Funke
	[119]	[109]	[118]	[119]	[109]	[117]
3491	—	—		80 1u	90 1u	
3386	—	—		12 1u	1 1u	
18	—	—		47 1u	5 1u	
01	—	—		86 1u	84 1	
3286	—	—		834 1R	5.86 1u	
42	—	72 1		—	—	
36	—	81 1		—	—	
28	—	14 1		—	—	
3138	—	—		—	8 1	
3092	843 6 R	87 500 R		851 4 R	88 15	
92	716 10 R	76 500 R		720 10 Rr	70 15	1)
82	159 10 R	18 500 R	15 80 R	162 10 Rr	18 10 r	
66	162 4	16 3	28 4	162 3r	28 1	
64	304 4	31 3	28 4	308 3r	43 1	
59	933 2	92 1	90 1	938 1r	—	
57	155 5	15 4	18 4	150 4r	28 2	
54	697 4	69 3	70 4	704 3r	78 1	
50	079 4	08 3	08 3	079 3r	18 Cr 1	
2927	—	—	84 2	8 1U	8 1u	2)
2816	—	—	23 2	33 10u	30 20	
2669	—	—	08 1	159 1	13 1	
2p ₁ —2.5s	60 393 10 R	40 20 R	32 20u	395 6 Rr	40 3	
2p ₂ —2.5s	52 484 10 R	46 15 R	41 15u	480 4 Rr	50 2	3)
38	—	—	16 1	16 0U	1 1u	
31	—	—	70 1	74 5u	73 4	
2575	411 3 R	47 5	vorh.	449 2r	43 1r	
75	113 10 R	11 20 R		110 6 Rr	13 3r	
67	997 10 R	99 20 R	95 18 R	995 6 Rr	8.02 3r	
2475	—	—	4.98 1u	01 0U	0 1u	
59	—	—	77 1u	—	7 1u	
57	—	—	—	8 0U	—	
38	—	—	—	555 1	54 1	
2p ₁ —3.5s	2378 408 3	45 3	47 8	441 2r	41 1	4)
2p ₁ —5d'	73 360 2 R	52 1	30 10 R	362 2 R	2 2u	
2p ₁ —5d	73 132 8 R	15 5 R	—	132 4 R	2 1u	14 4
2p ₂ —3.5s	72 084 3	12 2	08 4 R	045 3v	03 3	08 5 5)
70	226 1	22 1	22 1u	226 1	22 1	13 1

1) Auch für dieses Linienpaar liegen zahlreiche Bonner Messungen vor:

3092: 717, 725, 714, 716, 721, 716, Mittel 7181

3082: 163, 163, 159, 162, 166, 158, Mittel 1615.

2) Huppers (118) gibt noch zahlreiche Linien, die sonst nicht beobachtet sind:

2910.45 (2), 2870.96 (1u), 2741.00 (2u), 2707.49 (1u), 2704.95 (1u), 2877.05 (1u),
2840.05 (1u), 2566.20 (1u), 2595.76 (1u), 2552.39 (2), 2548.61 (2), 2547.76 (1),
2538.82 (1u), 2529.78 (1u), 2520.55 (1), 2497.65 (1u), 2496.43 (1u), 2494.60 (1),
2452.12 (1), 2412.66 (1u), 2405.74 (1u), 2390.04 (1u), 2380.81 (1u).

3) Diese Linie ist von Hampe im Bogen zu 2652.487 gemessen.

4) Diese Linie ist von Buchholz im Bogen zu 2378.436 gemessen.

5) Paschen (140) mißt diese Linie zu 2373.122.

	Grünter Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Huppers Bogen	Grünter Funke	Exner u. Haschek Funke	Eder Funke	Bloch
	[119]	[109]	[118]	[119]	[109]	[117, 129]	[127]
	2369 309 2	29 1	28 1	304 2	28 2	09 4r	
	68 116 1	—	—	111 1	12 1	01 2	
	67 616 1	—	—	614 1	62 1	54 2	
2p ₂ — 5d'	67 064 8R	05 5R	04 8	061 4R	10 2	07 4	1)
	21 567 2	57 1	55 2	562 2	60 2	53 4	2)
	19 —	—	06 1	046 2	04 1	8.96 2	
	17 —	—	54 1	476 1	45 1	41 2	
	14 —	—	96 1	980 1u	97 1	96 2	
	13 —	—	53 1	581 1	53 1	46 2	
2p ₁ — 5p ₁	12 —	—	38 1	460 1	46 1	46 2	
2p ₁ — 6d'	2269 212 2R	18 3R	23 5R	—	—	09 4	
2p ₁ — 6d	69 093 4R	—	—	091 2R	08 1	—	3)
2p ₁ — 4.5s	63 731 2	—	—	—	—	—	3)
2p ₂ — 6d'	63 453 4R	50 3	54 5R	450 2R	43 1	43 4	
2p ₂ — 4.5s	57 999 2	—	8.20 1	—	—	—	
2p ₁ — 7d	10 046 2R	—	08 1R	—	—	03 4	
2p ₂ — 7d	04 627 2R	—	69 1R	—	—	65 2	
2p ₂ — 5.5s	2199 569 1	—	—	—	—	—	
2p ₁ — 8d	74 028 1R	—	—	—	—	02 2	
2p ₂ — 8d	68 805 1R	—	—	—	—	80 2	
2p ₁ — 9d	50 59 1	—	—	—	—	—	
2p ₂ — 9d	45 39 1	—	—	—	—	—	
2p ₁ — 10d	84 70 1	—	—	—	—	—	
2p ₂ — 10d	29 44 1	—	—	—	—	—	
	2093	—	—	—	—	—	70
	81	—	—	—	—	—	73
	74	—	—	—	—	—	77
	62	—	—	—	—	—	03
	45	—	—	—	—	—	15
	22	—	—	—	—	—	96
	16	—	—	—	—	—	67

	Eder Funke	Eder Funke	Mc Lennan	Takamine ⁴⁾ u. Nitta	Lyman Funke	Handke
	[117]	[129]	[150]	[142]	[108]	[93]
1989	79 8	77 8	9 14	8	—	—
35	18 7	15 7	1 4	2	—	—
30	30 2	33 2	4 10	3	—	—
1862	09 4	06 4	8 32	1	8 50	—

1) Paschen (140) mißt diese Linie zu 2367.051.

2) Huppers (118) gibt noch: 2341.35 (1u), 2340.05 (1u), 2335.90 (1u), 2325.91 (1u), 2310.93 (1), 2306.90 (1), 2304.93 (1), 2299.18 (1), 2216.86 (1).

3) Paschen (140) mißt diese Linien zu 2269.094 und 2263.641.

4) Diese Arbeit ist nicht zugänglich. Die Zahlen sind bei Mc Lennan (150) entnommen.

	Eder Funke	Mc Lennan	Takamine u. Nitta	Lyman Funke	Handke
	[129]	[150]	[142]	[108]	[98]
1861	—	—	5	—	
58	7.44 1	—	7.4	2 10	
55	—	—	3	—	
54	3.96 3	5 32	0	7 50	
36	—	—	—	—	8 1
33	—	—	—	—	2 1
20	—	—	—	—	6 2
19	—	—	—	—	6 2
18	—	—	—	5 3	9.0 4
1792	—	—	—	—	1 3
77	—	—	—	—	8 1
76	—	—	—	9 4	7.1 4
74	—	—	—	—	9 1
73	—	—	—	8 2	8 2
72	—	—	—	—	9 1
69	—	—	—	—	6 1
67	—	—	—	6 8	8.0 7
66	—	6 4	—	—	9 1
65	—	—	—	7 8	6.0 7
63	—	—	—	8 10	4.2 9
61	—	9 10	—	9 8	2.4 7
60	—	—	—	0 8	4 7
51	—	—	—	7 2	2.1 5
50	—	—	—	0 3	4 2
47	—	—	—	7 1	8.3 3
45	—	—	—	3	6.3 8
42	—	—	—	7 U	3.6 9
41	—	—	—	—	1 1
3p _i —3d _j ¹⁾	—	4.3 10	—	0 10	3 8
3p _i —3d _j	—	0.7 9	—	2 9	2.0 7
3p _i —3d _j	—	18.5 0	—	3 9	20.0 5
18	—	—	—	3 1	9.1 2
1876	—	—	—	—	1 1
70	—	vorh.	—	6 10	1.05 7
11	—	vorh.	—	8 8	2.15 3
05	—	vorh.	—	6 8	95 2
1540	—	—	—	1 1	
1383	—	—	—	9 5	
79	—	—	—	5 3	
52	—	—	—	8 1	
43	—	—	—	4? 2	
26	—	—	—	6? 1	
19	—	—	—	4? 6	
10	—	—	—	8? 6	
1276	—	—	—	4? 2	
75	—	—	—	0? 3	
64	—	—	—	5? 1	
38	—	—	—	8? 1	

1) Nach Popow [131]; die Zählung ist unsicher.

X-Einheiten.				Terme ¹⁾ .			
	Moseley	Siegbahn u. Stenström	Hjalmar				
	[125]	[144]	[152]				
$K\alpha_1$	8364	8360	8319.40	$2p_1$	48167	$2p_2$	48280
$K\alpha_1'$		8310	8285.60	$3p_1$	15316	$3p_2$	15331
$K\alpha_2$		8300	64.60	$4p_1$	8003	$4p_2$	8009
$K\alpha_3$			53.00	$5p_1$	4943	$5p_2$	4946
$K\alpha_4$			05.80	$6p_1$	3350	$6p_2$	3552
$K\alpha_5$			8189.20	$3d$	15844	$3d'$	15845
$K\alpha_6$			8025.	$4d$	9347	$4d'$	9351
$K\beta_3$			7940.50	$5d$	6043	$5d'$	6047
$K\beta_1$	7912	7986		$6d$	4112	$6d'$	4114
				$7d$	2935	$7d'$	2936
				$8d$	2986	$8d'$	2987
						$1.5s$	22933
						$2.5s$	10591
						$3.5s$	6137
						$4.5s$	4009
						$5.5s$	2829
						$4 \angle p$	6963
						$5 \angle p$	4452

Oellers [105] untersucht die Emission in verschiedenen Teilen des Bogens, indem er mit Prismenkamera Aufnahmen macht. Sämtliche Linien sind am positiven Pol stärker, ebenso der kontinuierliche Grund. Dagegen sind die Banden zwischen 5076 und 4887 in der Mitte des Bogens am stärksten. Für den kurzwelligen Teil bestätigt Könemann [116] das Überwiegen des positiven Poles, am meisten bei den Serienlinien.

Frl. Bügemann [146] untersucht, ähnlich wie früher Goldstein und Scharbach, die Spektren von Aluminiumsalzen in einer Vakuumröhre. Die Halogensalze des Aluminiums verdampfen meist in einer Quarzröhre und geben neben charakteristischen Banden beim Stromdurchgang die Linien des Funkenspektrums, allerdings mit anderer Intensität als in Luft bei Atmosphärendruck oder im Funken zwischen Metallelektroden. Insbesondere erscheinen die sonst sehr diffusen Paare der ersten Nebenserie völlig scharf. Die diffuse Funkenlinie 3587 des gewöhnlichen Spektrums erweist sich als scharfes, unges Triplett.

Pollock [104] erhitzt das Chlorid im Geißlerrohr und gibt die Intensitäten der gesehenen Linien. Es treten hauptsächlich die Serienlinien auf, daneben zwei Banden, die nach längeren Wellen abgeschattiert sind, bei λ 2610 und λ 2590.

Barnes [103] sagt, der Bogen im Vakuum zeige erhebliche Differenzen gegen den Bogen in Luft. Wenn der Druck 0.5 cm beträgt, erscheinen Funkenlinien, manche sehr stark z. B. 4663, 3587, 2631. Besonders stark ist 2816, welche Linie eine ähnliche Rolle zu spielen scheint, wie 4481 bei Magnesium. — Außerdem traten Banden deutlich auf zwischen 437 und 424.

Auch Saunders [141] arbeitet mit Vakuumbogen bei kurzwelligen Linien. Das Spektrum sei identisch mit dem Funkenspektrum von Lyman, nur die Linie bei 1670 relativ stärker als das Triplett bei 1720.

1) Johansen [144] berechnet hierfür $1.5s = 22930$, $2p_1 = 48164$, Hicks [110] 22927 bzw. 48161.

Die Struktur von Al-Linien ist von Janicki [94] und Wali-Mohammad [107] geprüft, aber von beiden nur die des Paares 3961 und 3944; beide Linien sind einfach.

Oldenberg [126] und Kramstyk [133] beschäftigen sich gleichfalls mit der Intensitätsverteilung der Aluminiumlinien im Funken und im Bogen. Hierbei widersprechen sich die Angaben im einzelnen. Kramstyk behauptet, daß die Al-Banden nur in der Aureole auftreten, die Linien der Hauptserie hohle Bilder liefern, die Bilder der ersten Nebenserie größer seien als diejenigen der zweiten.

Es ist eine jetzt schon alte Erfahrung, daß in Geißleröhren unter Umständen auch Linien der Elektroden auftreten. Robinson [136] will die Erscheinung näher verfolgen; er findet Al-Linien bei Füllung mit Sauerstoff, Stickstoff, Wasserstoff. Ich selbst habe sie seinerzeit in Argon beobachtet.

Janicki und Seeliger [128] konstruieren ein besonderes Entladungsrohr, in welchem die Metalle intensiven Kathoden- oder Anodenstrahlen ausgesetzt sind. Sie erhalten von Al die stärksten Bogenlinien und — nur im negativen Glimmlicht — die Funkenlinien 2816 und 2631.

Huber [96] untersucht den Einfluß der Selbstinduktion auf das Funkenpektrum von Legierungen von Al mit Mg und mit Zn. In Tabellen sind die Intensitäten der Linien angegeben. Er führt dabei auch eine ganze Anzahl bisher nie gemessener Linien an, die ich aber hier nicht wiedergebe, da ich den Angaben sehr mißtraue. So wird im Al-Spektrum eine Linie λ 3330.00 angeführt mit Intensität 50 (welche sonst nur noch die Linie 2816 zeigt), und 3438.00 mit Intensität 20, die beide nicht existieren, auch für kein anderes Element als hervorragende Linien bekannt sind.

Für den Zeemaneffekt sind keinerlei neue Arbeiten zu notieren, er ist für Al noch so gut wie unbekannt. Dagegen ist der Effekt des elektrischen Feldes untersucht. Wendt und Wetzol [138] erhalten für das Paar 3092, 3082 keine Wirkung, für das Paar 2575, 2568 eine Verbreiterung um 0.2 bis 0.3 Å, für das Paar 2373, 2367 eine solche von 0.4 bis 0.5. — Wetzol [132] findet für 2660, 2652 keine Wirkung, ebensowenig für 3093, 3082 und 2575, 2568, während bei 2373, 2367 eine sehr kleine Verschiebung nach Rot sichtbar ist. Stark und Hardtke [149] erhalten für die beiden letzten Paare keine Wirkung.

Stark mit Schülern [121, 130] sucht auch nach seiner Methode der Abschattierung des Dopplerstreifens in Kanalstrahlen festzustellen, ob die einzelnen Linien von ein-, zwei- oder dreiwertigen Ionen ausgesandt werden, d. h. solchen, die ein, zwei oder drei Elektronen abgegeben haben. Danach sollen alle Paare der ersten und zweiten Nebenserie von einwertigen Ionen stammen, ebenso wahrscheinlich die Linien 3057, 3050, 2321, 2319, 2317, 2314. 4663 ist zweiwertig, 4479, 4529, 4512 sind dreiwertig, 3900, 3612, 3601, 3586, 2816, 2631 sind zwei oder dreiwertig. Einige Linien finden die Autoren nicht

und bezweifeln daher ihre Zugehörigkeit zu Al: 3066, 3064, 3060; 3054 und die beiden Paare: 2426, 2419; 2231, 2225. Letztere sind allerdings nur von Kayser und Runge beobachtet, passen jedoch als $2p_1-6p_1$ bzw. $2p_2-6p_2$ in das Kombinationsschema, wenn auch mit etwas geringerer Genauigkeit als die übrigen Linien.

In bezug auf das Linienspektrum sind noch folgende Arbeiten zu erwähnen: Hartley und Moss [111] können mit fünf Funken die Linien 3944, 3587, 3092, 3082, 2816 photographieren; ein Funke liefert nur 3587, welches also die empfindlichste, Restlinie, ist.

Hemsalech [100] bläst den Funken auseinander, photographiert das Spektrum des „trait du feu“ und der ersten Schwingung. Aus der Länge der in letzterer auftretenden Linien wird auf die Leuchtdauer geschlossen. Es wird gefunden, daß die Leuchtdauer im allgemeinen proportional der Intensität der Linie ist. Aber das gilt nicht für Linien von Verunreinigungen; so treten in seinem Ca-Funken auch Linien von Sr, Mg und Al auf, wobei erstere relativ zu Ca zu lang, die von Mg zu kurz sind, während Al sich normal verhält. In einer zweiten Arbeit [114] mißt Hemsalech die Geschwindigkeit der emittierenden Teilchen. Für Al findet er 34 m/sek.

Lyman [113] bespricht die Ionisation der Luft durch Al-Funken, die hauptsächlich durch eine Gruppe bei λ 1300 hervorgerufen werde. Die Notiz enthält schöne Photographien des Spektrums des Al-Funken in Wasserstoff und in Luft in der Schumannregion.

Zu dem Bandenspektrum des Al sind mehrere Nachträge geliefert. Daß der Funke in Luft ein solches Spektrum im Grün erzeugt, ist schon von Thalén bemerkt, der auch die ersten Messungen von vier Bandengruppen machte. Diese und spätere Messungen, die genauesten von Lauwartz [68], sind in Bd. V angeführt. Gramont [122] fügt zu den fünf bekannten Gruppen noch eine sechste hinzu mit den Kanten 4330.5 (2), 4373.6 (4), 4394.4 (4), 4413.3 (4), 4431.0 (3), 4447.6 (2).

Exner und Haschek [109] geben in ihrer Tabelle der Funkenspektren die Kanten der älteren fünf Gruppen.

Die Ansichten sind immer geteilt gewesen, ob das Spektrum zum Metall oder zum Oxyd gehöre. Lecoq hat das erste angenommen und er sucht das nun zu stützen [95], indem er Zahlenbeziehungen zwischen den Linien und Kanten aufstellt. Sie sind zu sinnlos, um hier aufgeführt zu werden.

Eine Berechnung der Kanten des Aluminiumbandenspektrums nach seiner Formel liefert auch Deslandres [147]. Er gibt für die Schwingungszahlen den Ausdruck $r = 3.8/2 \times (n + 0.29)^2 - 1.13/2 \times (p + 0.24)^2 + 17576$, wobei n von 180 bis 192 und p von 227 bis 214 läuft.

Außer diesen Banden sind aber noch andere bei kürzeren Wellenlängen gefunden. Basquin [66] hatte sie zuerst im rotierenden Bogen in Wasserstoff und in Ammoniak gesehen und gemessen. Dann findet sie Barnes [103] im

Vakuumbogen, endlich hat Miß Howson [115] sie gemessen und Formeln für die Linienserien berechnet. In der folgenden Tabelle sind nur die Zahlen dieser letzten Messung angegeben, weil sie allein nach I. A. ausgeführt sind und zweifellos die genauesten sind. Es sind vier nach Rot abgeschattierte Banden vorhanden.

4241.193	4249.617	4260.999	4270.566	4294.173	4353.359	4363.348
41.652	51.317	61.668	72.593	98.019	54.057	65.018
42.318	53.205	62.451	74.871	4301.997	55.068	67.058
43.023	55.178	63.382	77.556	06.218	56.426	69.488
44.024	57.416	64.463	80.545	10.712	58.097	71.340
45.250	59.400	65.759	83.806	15.428	60.449	74.961
46.528	59.635	67.112	87.113	20.504	61.081	78.935
48.005	60.016	68.732	90.574	53.162	62.047	81.660

Endlich hat Pollock [104] im Geißlerrohr vom Aluminiumchlorid zwei Banden erhalten, die nach längeren Wellen laufen und ihre Kanten bei 2610 (10) und 2590 (4) haben.

Die Kenntnis des gesetzmäßigen Baues des Aluminiumspektrums steht im wesentlichen noch auf dem Standpunkt, den Dunz [102] schildert. Neben den bereits von Kayser und Runge gefundenen Serien kennt man einige Glieder der von Paschen [140] gefundenen Bergmannserie, sowie eine Anzahl Kombinationslinien, die in der Tabelle p. 51 ff. nach Dunz [102] und Popow [131] angegeben sind, ebenso wie die Terme, die von Dunz aus der Grenze der zweiten Nebenserie berechnet. Hicks [110], Lohuizen [106] und Johansen [145] berechnen nach ihren Serienformeln die Serienkonstanten, was zu etwas abweichenden Zahlen führt, die mancherlei Unstimmigkeiten bei der allgemeinen Einordnung der Serienterme aufweisen. Hicks [124] untersucht ferner das nach seiner Theorie von dem Atomgewicht abhängende Glied in seiner Serienformel und stellt eine Reihe von Beziehungen auf, die indes noch zweifelhaft erscheinen. Weiter beschäftigt sich Popow [131] mit den Kombinationslinien im Zusammenhang mit dem Zeemaneffekt und findet ein Triplet von Kombinationslinien. Weitere Kombinationslinien sowie konstante Differenzen gibt Huppers [118] an, insbesondere die Kombinationen $2p_1 - 2p_1$, sowie $2p_2 - 2p_2$. Inwieweit diese Einordnungen zutreffen, läßt sich auf Grund des vorliegenden Wellenlängenmaterials nicht mit Sicherheit beurteilen. Angaben über das Verhalten der Serienlinien bei der Emissionsverteilung im Bogen findet man bei Oellers [105], Koenemann [116], Kramstyck [133] und Oldenberg [126]. Das Röntgenspektrum des Aluminiums ist schon von Moseley [125] gemessen worden, der zwei der stärksten Linien der K-Serie fand. Die Zahl dieser Linien wurde dann von Siegbahn und Stenström [143, 144] vergrößert. Endlich hat Hjalmar [152] in jüngster Zeit eine genauere Messung geliefert. Diese Zahlen findet man in der Tabelle p. 56 angegeben. Die Bezeichnung der Linien ist nach Hjalmar angeführt,

ohne die Frage der Systematik und Bezifferung der Röntgenlinien dadurch zu präjudizieren¹⁾.

Die Wellenlängen der Absorptionskante der K-Serie sind von Duane und Hang-Fuh-Hu [148] sowie von Fricke [151] zu 7947 X-E gemessen worden, Letzterer benutzt Folie von 7μ Dicke. Eine Struktur der Grenze ist unter diesen Umständen nicht zu erkennen.

Auf die allgemeine Absorption von Röntgenstrahlen in Aluminium kann hier nur hingewiesen werden. Man sehe u. a. Siegbahn und Wingärth [153].

1) Man vergleiche für die Systematik der Röntgenspektren: A. Sommerfeld, *Atom-
bau und Spektrallinien*, 3. Aufl., sowie G. Wentzel, *Zur Systematik der Röntgenspektren*.
Dissert. München 1921. — *Zs. für Phys.* 6 p. 84—94 (1921), daselbst die weitere Literatur.

ARCHONIUM.

Literatur.

- [1] H. Bourget, Ch. Fabry et H. Buisson, Sur le poids atomique du nébulium et la température de la nébuleuse d'Orion. C. R. 158 p. 1017—1019 (1914).
[2] H. Bourget, Ch. Fabry et H. Buisson, Mesures interférentielles de vitesses radiales et de longueurs d'onde dans la nébuleuse d'Orion. C. R. 158 p. 1269—1271 (1914).
[3] J. W. Nicholson, The constitution of nebulae. Monthly Not. 74 p. 486—506 (1914).
[4] J. W. Nicholson, On the nebular line λ 3729. Monthly Not. 74 p. 623—628 (1914).
[5] W. H. Wright, Note on the nebular line λ 3729. Monthly Not. 75 p. 20—22 (1915).
[6] H. Buisson, Ch. Fabry, H. Bourget, Application des interférences à l'étude de la nébuleuse d'Orion. J. de phys. (5) 4 p. 357—378 (1914).

Es handelt sich um ein rein theoretisches Element. Um den Ursprung der Spektrallinien der Nebel, Wolf-Rayet-Sterne, Novae aufzuklären, berechnet Nicholson [3] auf Grund gewisser Hypothesen die Spektren und Atomgewichte möglichst einfach gebauter Atome, welche er single-ring-Atome nennt, und die aus einem Kern mit einem Elektronenring bestehen. Dabei findet er, daß ein Element, dessen Kern 6e enthält, die Linie 3484 ausstrahlen müsse, die in den Wolf-Rayet-Sternen beobachtet ist, und daß das Atomgewicht etwa 2.947 sein müsse. Dies Element nennt er Archonium [4].

Nun hatten Bourget, Fabry und Buisson [1 u. 2] eine prachtvolle Anwendung ihrer Interferenzmethoden auf den Orionnebel gemacht. Die Größe des Gangunterschiedes, bis zu dem noch Interferenzen beobachtet werden können, hängt von der Breite der Linie ab, und diese ist, da die Verbreiterung wesentlich durch die Bewegung der Atome nach dem Dopplerschen Prinzip entsteht, abhängig vom Atomgewicht. So können Fabry und seine Mitarbeiter schließen, daß die Linie des Orionnebels 3729 von einem Element erzeugt werde, dessen Atomgewicht etwas kleiner als drei sein müsse. Dies nimmt nun Nicholson [4] als sein Element, Archonium, dem also die Linien 3484, 3729 und nach [3] auch 4068.8 (von Wright in Nebeln beobachtet) angehören. — Neuerdings [6] haben die französischen Forscher die Wellenlänge der Linie zu 3728.838 und das Atomgewicht zu 2.74 bestimmt.

Wright [5] bemerkt, daß neben 3728 die stärkere Linie 3726 liege; aus dem stets gleichen Verhalten müsse man auf Zusammengehörigkeit der Linien schließen.

ARSEN ($\text{As} = 75.0$, $Z = 33$).

Literatur.

- [35] E. Paternò e A. Mazzucchelli, Sopra gli spettri d'emissione di alcuni elementi ad elevata temperatura. *Rendic. Acc. Lincei* (5) 17, II p. 428—432 (1908).
- [36] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. *Solar Physics Committee* 1910.
- [37] J. M. Eder und E. Valenta, *Atlas typischer Spektren*. Wien 1911.
- [38] F. Exner und Haschek, *Die Spektren der Elemente bei normalem Druck*. 2. Aufl. Bd. III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.
- [39] H. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of vapours of some metals and metallic chlorides. *Proc. Roy. Soc. Dublin* (2) 13 p. 202—218 (1912).
- [40] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines. . . . *Proc. Roy. Soc. A* 87 p. 38—48 (1912).
- [41] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. *Wien. Ber.* 122 IIa p. 607—633 (1913).
- [42] T. van Lohuizen, Reihen in den Spektren von Zinn und Antimon. *Zs. wiss. Photogr.* 11 p. 388—419 (1913).
- [43] H. Konen, Sur le rayonnement de résonance des vapeurs de S, Se, Te, P et As. *Arch. sc. phys.* (4) 37 p. 262—263 (1914).
- [44] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle de quelques éléments. *C. R.* 158 p. 1416—1419 (1914).
- [45] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements. Lutetium-Zinc. *Phil. Mag.* (6) 32 p. 497—499 (1916). *Dissert. Lund* 1916.
- [46] M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzspektren der Elemente As—Rh. *Ann. d. Phys.* (4) 49 p. 611—616 (1916).
- [47] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. d. Radioakt.* 13 p. 296—340 (1916).
- [48] E. Wagner, Über Röntgenspektroskopie. *Phys. Zs.* 18 p. 405—419, 432—443, 461—466, 488—494 (1917).
- [49] P. D. Foote, B. Rognley and F. L. Mohler, Ionisation and resonance potentials for electrons in vapours of arsenic, rubidium and caesium. *Physic. Rev.* (2) 13 p. 59 bis 70 (1919).
- [50] Sir J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in the state of vapours. . . . *Proc. Roy. Soc. A* 98 p. 147—153 (1920).
- [51] F. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. *Elemente W bis Cu. Phys. Zs.* 3 p. 262—286 (1920).
- [52] William Duane and Hang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* (2) 14 p. 516—521 (1920).

Zum Linienspektrum des As sind nur geringe Beiträge zu verzeichnen. Eder und Valenta [37] sehen im Rot des Funkenspektrums drei Linien bei ungefähr 6173, 6110, 6023, die schon früher Huggins und Gramont bemerkt hatten. Exner und Haschek [38] finden bei einer Revision ihres Funken-

spektrums einige weitere Linien, die — auf I. A. korrigiert — in der folgenden Tabelle angegeben sind. Sie reichen bis λ 4300. Von da an behält die alte Tabelle aus Bd. V Gültigkeit. Um wenigstens einen Überblick über das Arsen-spektrum zu geben, sind in der Tabelle die Mittelwerte der bisherigen Messungen für die stärkeren Linien gegeben. Sie mögen aber zum Teil recht falsch sein, da Messungen im Vakuumrohr mit solchen des Funkens unter Atmosphärendruck kombiniert sind. Das Spektrum ist eben noch sehr unvollkommen bekannt.

Im Ultraviolett haben Eder [41] und Bloch [44] neue Messungen.

Erner u. Haschek Mittel [38]				Intensität			Erner u. Haschek Mittel [38]				Intensität		
				Bogen	Funke	Rohr					Bogen	Funke	Rohr
6404				0	?	0	4855	—	1u	—			
6348				0	?	0	45	—		97			6
6265				0	?	0	11	—		82	1		6
6173				0	?	0	02	—		06	1		6
6137				0	?	0	4799	—		47	1u		6
6110				0	?	0	87	—		09	1u		6
6078				0	?	0	30	—		72			8
6023				0	?	0	07	—		61			7
5837			96			6	4672	—		49			7
25			83			5	32	—		48			6
5783			26		1	6	29	—		98			7
63			13		5	5	27	—		60			6
31			76		1	6	19	—		42			7
5685			48		1	5	17	—		09			6
84			75		1	7	07	—		26	2		5
57			01		1	8	02	—		58			7
51	18	2	34		10	10	4590	—		82			7
20	—		64		1	10	80	—		71			6
5558	06	2	12		10	8	73	—		97			6
5497	8	1u	6.80		10	7	51	—	1u	2.19	2u		7
98	—		91		5	6	49	—		05	2u		7
71	—		74			6	43	—		57			7
5385	—		35			6	39	7	1u	77	3u		8
31	4	2u	28		8u	7	32	—		20			6
24	—		15			5	28	—		44			7
5231	7	2u	36		4	7	15	—		95			7
23	—		12			6	09	—		14			6
15	—		42			5	07	—		73			6
05	—		26		1	6	4495	2	3u	4.40	3		7
5182	—		15			7	79	3	1u	0.37	1		2
61	—		09		7	7	75	—		51			6
24	—		98			5	74	5	1u	41	4u		8
07	9	1u	64		8	8	66	4	1u	44	1		7
05	7	1u	53		8	8	61	—		11			8
030	2	1u	—				59	3	2u	8.59			7
23	2	1u	—				56	—		72			6
4985	4	1	44		5	9	50	2	1u	67			1
15	—		31			7	32	—	1u	1.59	4u		8
4888	6	1u	58		2u	8	28	—	1u	7.24			7

	Exner u. Haschek		Intensität			Mittel	Intensität			Eder Funke [41]	Bloch Funke [44]
	[38]		Bogen	Funke	Rohr		Bogen	Funke	Rohr		
4420	—	93			7	3255	55	2	6		
15	— 1u					3180	65		6		
13	—	50			7	26	86	2u	6		
12	—	11				19	58	4	7	5	
04	—	39			6	16	53		3	7	
4397	1 1u	—				3075	32	2	5	5	
80	9 1u	1.12			4	57	98		3	6	
70	0 1u	1.24		5	7	53	37		3	6	
68	33 2	6.94		3	5	32	84	4	8	6	
52	—	88			8	03	84		2u	6	
52	—	11		5	7	2990	99	2	4	5	
36	—	72		5	7	81	88		1	6	
23	—	97			7	59	60		7	6	
15	7 1u	72			7	26	21		1	6	
05	4 1u					2398	73	4 R	6	6	
02		12			8	84	43		2	6	
4299		37		3	6	60	46	6R	8	7	
97		29			6	31	15			6	
78		68		1	6	30	38		3	6	
49		22			6	2780	23	8R	10	8	
43		11			7	45	00	6R	5	7	
28		24		2	7	2602	90		2	6	
26		71		2	6	2528	40		5	1	
21		04			7	2492	91	1	5	4	
07		84		2	7	56	52	4R	7	5	
4197		44		3u	7	37	22	1	5	3	
90		19		2	7	17	41			5	
57		46			7	2381	20	4R	5	5	21 3
19		68			6	70	77	4R	5	4	75 2
11		05			6	69	67	4R	5	4	64 2
01		34			6	49	84	10R	5	4	87 10
4087		85			6	44	04		5	4	03 2
83		98			6	2288	14	10R	3		15 2
82		39			6	71	39	4	1		
65		36		2	7	28	70	2	1		
62		56			7	06	01	2			
37		02		10	1	05	21	2			
32		45			6	2192	14		2		
31		01			6	83	00	1	1		
06		16		3	6	65	5	4	2		
3948		57		3u	6	44	2	4	1		
31		11		2u	7	33					70 2
29		22			6	12					93 3
22		46		10	3u	09					80 1
3842		93		4u	7	2095					10 2u
3787		21		3u	6	89					73 1
82		80			6	85					27 2
3671		75			6	79					41 1
3583		64			5	69					87 2
51		65			5	68					43 1
12		97			6	67					29 1

Bloch Funke [47]			Bloch Funke [41]			X-Einheiten.	
						Hjalmar	Siegbahn u. Friman
						[51]	[45, 46]
2065	43	2	1936	94	5		
47	75	2	16	48	1		
13	11	2	12	27	1	$L\alpha_1$	9560.3
09	18	2	1889	91	4R	$L\alpha_3$	9617.3
03	35	2u	81	08	1	$L\beta_1$	9894.0
1994	74	2u	72	33	1		
90	21	2	71	07	1		
71	97	4R	59	90	1	Siegbahn u. Friman	
58	31	2					
						$K\alpha_2$	1174
						$K\alpha_1$	1170
						$K\beta_1$	1052
						$K\beta_2$	1038

Baxandall [36] findet als enhanced lines λ 4037 und λ 3922. Pollock [39] bringt As oder das Chlorid ins Geißlerrohr, findet aber, daß die Entladung nur schwierig durchgeht, und nur wenige Linien auftreten, deren Verzeichnis er gibt. Zufügung einer Leidner Flasche hat nur geringen Einfluß. Daß sich indes im Geißlerrohr ausgezeichnet linienreiche Spektren erzielen lassen, hätten längst Hagenbach und Konen [31] und besonders Hertz [32] gezeigt.

Hartley und Moss [40] können mit vier Funken die Linie λ 2780 photographieren; fünf Funken bringen noch λ 2860 und λ 2745 hervor.

Paternò und Mazzuchelli [35] erhitzen As im Quarzrohr; es gibt, im Gegensatz zu S, Se, Te, nur sehr schwaches Licht, welches ein kontinuierliches Spektrum zeigt. — Dobbie und Fox [50] sagen, daß As-Dampf nur kontinuierliche Absorption gebe, die mit steigender Temperatur nach kurzen Wellen rückt.

Über das Flammenspektrum des As sagen Eder und Valenta [37]: „Beim Erhitzen von As in der Leuchtgas-Sauerstofflampe ergibt sich kein Arsen-Bandenspektrum, wohl aber zeigen sich mitunter schwache Arsenlinien. Einige Arsenlinien nebst Spuren von Banden erhält man im bengalischen Weißfeuer bei Zusatz von Schwefelarsen (Realgar), ebenso beim Verstäuben einer Lösung von arseniger Säure oder Arsensäure in der Bunsenlampe. Die Arsenlinien des Flammenspektrums (z. B. 2860, 2780, 2745, 2492, 2456, 2437, 2381, 2349, 2288) kommen auch im ultravioletten Bogenspektrum vor.“

Seitdem Kayser und Runge die Gruppen konstanter Schwingungszahldifferenzen im Spektrum des Arsens fanden, ist kein Fortschritt in der Erkenntnis des gesetzmäßigen Baues des As-Spektrums im Bereiche der längeren Wellen gemacht worden. Zwar gibt Lohuizen [42] an, daß er Serien gefunden habe, Näheres darüber ist aber anscheinend nicht mitgeteilt worden. Im Bereiche der Röntgenspektren ordnet sich das Arsen den übrigen Elementen ein. Nachdem Siegbahn und Friman [45, 46, 47] die ersten Messungen in dem Be-

reihe der L-Serie gemacht haben, hat Hjalmar (61) vier Linien derselben Serie genauer gemessen. Siegbahn und Ezerman (47) haben einige Linien der K-Serie bestimmt. (Man vergleiche auch 48). Diese Werte sind in der Bezeichnungswiese von Siegbahn in der Wellenlängentabelle angeführt. Für die kritische Absorptionsgrenze der K-Serie geben Duane und Kang (46) Hu (52) 1043 Å an für die Grenzen der L-Serie Siegbahn (47) $L_{\alpha} = 9405,7$ Å, $L_{\beta} = 8547,0$.

Endlich finden Foote, Hognley und Mohler (49) als Anregungsspannung bei unelastischem Stoß 47 Volt, als Ionisierungsspannung 11,5 Volt

GOLD (Au) 197,2. Z. 79.

Literatur.

- 45 J. E. Purvis, The influence of very strong electromagnetic fields on the spark spectra of Gold, Antimony, Bismuth, Lead and Tin. Proc. Cambridge Phil Soc 13 p. 82 bis 91 1906.
- 46 J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien Ber. 118 IIa p. 1077-1100 1909.
- 47 Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen. Dissert. Berlin 1909. Berlin bei Gebr. Hartkopf 41 pp.
- 48 H. Nagaoka and T. Takamine, A difference in the change of frequency between longitudinal and transversal Zeeman effects. Tokyo Sugaku-Buturigakkwai Kii (2) 5 p. 378-384 1910.
- 49 F. E. Hazendall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910. Enhanced lines.
- 50 W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. Phil. Trans. A 211 p. 39-73 1911. Abstract. Proc. Roy. Soc. A 84 p. 118-123 1910.
- 51 F. Exner und E. Haschick, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien 1911 u. 1912.
- 52 Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 39-48 1912.
- 53 H. Lehmann, Ultraviolette Emissionsspektren. Ann. d. Phys. 4 39 p. 68-70 1912.
- 54 J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. Wien Ber. 123 IIa p. 107-123 1913.
- 55 H. G. L. Moseley, The high-frequency spectra of the elements. Phil. Mag. 6 26 p. 1004-1024 (1913). — ib. 6 27 p. 705-713 1914.
- 56 E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lund. Univ. Årskr. N. F. Ård. 2, 10 Nr. 12 (1914).
- 57 M. Quincke, Das Hogenspektrum von Gold gemessen nach den internationalen Normen. Dissert. Bonn 1914. Ze. f. wiss. Photogr. 14 p. 240-262 1914.
- 58 J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Kupfer, Aluminium, Gold, Silber und Kohle bis λ 1400 nach dem internationalen System. Wien Ber. 123 IIa p. 616-628 1914. Ze. f. wiss. Photogr. 14 p. 137-147 1914.
- 59 H. Rohmann, Die Röntgenspektren einiger Metalle. Phys. Ze. 75 p. 715-717 1914.
- 60 J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Hogen-spektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien Ber. 124 IIa p. 101-121 1915.
- 61 E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. Ann. d. Phys. 4 48 p. 808-802 1915.
- 62 M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X, suivie du brome au bismuth etc. C. R. 163 p. 87-90 1916.
- 63 M. de Broglie, Système de bandes d'absorption correspondant aux rayons L des spectres de rayons X des éléments, et sur l'importance des phénomènes d'absorption sélective en radiographie. C. R. 163 p. 352-355 1916.
- 64 M. Siegbahn und E. Frieman, Über die Hochfrequenzspektren der Elemente Gold bis Uran. Phys. Ze. 17 p. 17-18 1916. Phil. Mag. 6 31 p. 408-409 (1916).

- 66 M. Siegbahn and E. Friman, On the high-frequency spectra I. series of the elements Tantalum-Uranium. *Phil. Mag.* 6 32 p. 30-40 1916. *ib.* 32 p. 407-420 1916.
- [66] M. Siegbahn, Über eine neue Reihe I Reihe in den Hochfrequenzspektren der Elemente. *Verh. d. D. Phys. Ges.* 18 p. 150-153 1916.
- [67] M. Siegbahn, Über eine weitere M-Reihe in den Hochfrequenzspektren der Elemente. *Verh. d. D. phys. Ges.* 18 p. 278-282 1916.
- [68] M. Siegbahn, Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. d. Radioakt.* 13 p. 293-341 1916.
- [69] E. Friman, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren der Elemente. *Dissert.* Lund 1916. 49 pp.
- [70] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II. *Phil. Trans. A* 217 p. 381-410 (1917).
- [71] E. Wagner, Über Röntgenspektroskopie. *Phys. Ze.* 18 p. 400-410 412-441 461-466, 498-499 (1917).
- [72] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 57 p. 347-376 1918. *Dissert.* Lund 1919.
- [73] W. M. Hicks, The series system in the spectrum of gold. *Phil. Mag.* 6 30 p. 1 bis 31 (1919).
- [74] M. Siegbahn, und E. Jönsson, Über die Absorptionsgrenzfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen, besonders bei den seltenen Erden. *Phys. Ze.* 20 p. 261-266 1919.
- [75] T. Takamine, The stark effect for metals. *Astrophys. J.* 60 p. 23-42 1919.
- [76] W. Duane and R. A. Patterson, Characteristic absorption of X rays. I. Series. *Proc. Nat. Akad. Wash.* 6 p. 500-527 1920.
- [77] W. Duane and Taken Shimizu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* 2 14 p. 522-534 1921.
- [78] Dirk Coster, Präzisionsmessungen in der L-Serie der schwereren Elemente. *Ze. f. Phys.* 4 p. 178-188 1921.
- [79] D. Coster, Zur Systematik der Röntgenspektren. *Ze. f. Phys.* 6 p. 186-191 1921.
- [80] A. Smekal, Zur Feinstruktur der Röntgenspektren III. *Ze. f. Phys.* 6 p. 132-139 1921.
- [81] L. Bloch et E. Bloch, Spectres d'émission de l'or et du platine dans l'ultraviolet extrême. *C. R.* 172 p. 982-984 (1921).
- [82] W. Vogel, Präzisionsmessungen von Röntgenspektren mittels des Schmelzspektrographen. *Dissert.* Bonn 1921.

Für die Kenntnis des Bogenspektrums ist zuerst eine Arbeit von Duffield [50] zu nennen, welcher den Bogen zwischen reinen Goldstäben brennen läßt. Er findet dabei eine ganze Reihe von Linien, die sonst nur im Funken beobachtet sind, und einige neue Linien. Da Duffield keine eigentlichen Messungen macht, so sind in den folgenden Tabellen die schon bekannten Linien nur als vorhanden bezeichnet. Ferner hat M. Quincke [57] den Bogen durch Gold im Kohlebogen erzeugt. Eder [60] hat eine Linie im Rot, und viele Linien im äußersten Ultraviolett gemessen. [51, 58] Handke [47] ist in das Schumanngebiet vorgedrungen; aber seine Zahlen sind wohl sehr unsicher und alle um etwa 1 A. E. zu groß. Dasselbe gilt von den Messungen der beiden Bloch. Sie sind nach dem Rowlandsystem gemessen, aber das kommt bei ihrer Ungenauigkeit nicht in Betracht. Dagegen habe ich die Zahlen von Exner und Haschek [51] und von Eder und Valenta [46] umgerechnet. Rayan-dall [49] hat im sichtbaren Spektrum die enhanced lines herausgesucht, man könnte seine Liste natürlich vermehren um alle die Linien, die nur im Funken beobachtet sind.

	Eder u. Valenta Bogen [60]	Exner u. Haschek Bogen [51]	Duffield Bogen [50]	Exner u. Haschek Funke [51]	Eder u. Valenta Funke [58]
7510	74 5				
	Quineke Bogen				
6692	811 1u				
34	22 1U				
6456	—				52 1
42	—				26 1
34	—				42 1
6332	—	27 1			—
2p ₁ —3d ^p	6278 179 4	19 4		19 1	29 6
6101	654 2	—		—	—
6061	—	—		—	69 1
22	—	—		—	74 1
5963	—	—		—	69 1
56	984 1u	7.08 1		—	7.04 3
5862	943 1u	98 1u		—	98 3
37	396 4	40 3		42 1	44 8
5759	—	—		—	93 4
26	—	—		—	82 1
5655	764 1	73 1		78 1u	85 2
5578	—	—		—	50 1
5261	—	—		—	82 1
30	306 1u	27 2		29 2	32 5
5145	—	—		2 1u	—
2p ₂ —3d	5064 616 2u	61 2	vorh.	62 1	57 2
34	—	—	4934.37 1/2	—	—
15	—	—	15.57 1/2	—	—
4902	—	—	—	26 1	30 1
4811	611 4u	63 3	vorh.	60 2	—
4792	601 8	64 10	vorh.	63 10r	60 4
91	—	—	—	60 1	—
60	—	—	vorh.	22 2	—
4664	—	15 1	—	—	—
37	—	—	—	3 1u	—
33	—	—	—	0 1u	—
23	256 6v	—	—	—	—
07	351 4	6.50 1	vorh.	6.54 2r	—
4587	—	—	—	87 2u	1)
83	—	—	—	7 1u	—
82	—	—	—	0 1u	—
58	—	—	—	8 1u	1)
49	—	—	—	5 1u	—
43	739 1	—	—	—	—
4488	256 4	24 2	vorh.	26 5r	1)
66	—	—	66.25	—	—
37	277 4	29 1	vorh.	30 3r	1)
20	—	—	—	64 2	1)

1) Diese Linien werden von Baxandall (49) als enhanced lines angeführt.

	Quincke Hogen	Fischer u. Haaschek Hogen	Duffield Hogen	Fischer u. Haaschek Punkte		Quincke Hogen	Fischer u. Haaschek Hogen	Duffield Hogen	Fischer u. Haaschek Punkte
	(57)	(61)	(60)	(61)		(57)	(61)	(60)	(61)
4410				2 1u	9414				9 1u
4396				4 1u	9415				20 1
16 118 1	16 2	vorh.	14 5u	11					1 1u
4399				97 1	9416				7 1u
41 817 2u	84 1	vorh.	84 2	26					7u
21				84 1	9417				9 1u
4172				77 1	9418				9 2u
98			vorh.	6 1u	16				2 1u
4089			80 86 1		111			vorh.	99 6
84 180 1u		vorh.	14 2	1795				vorh.	98 1u
88				21 1	79				9 1u
77			77 83		71				15 1
76			vorh.	31 2	129				9 1u
86 081 1	00 3	vorh.	07 10	64					6 1u
81			vorh.	0 1u	12				1 1u
86			86 9 2	106					11 1
82			vorh.	83 6	101				9 2u
40 947 2	96 1	vorh.	86 2	112					1 1u
94				46 1	9496				4 1u
90				101 1	105				4 1u
16			vorh.	105 5	101				1 1u
19				101 1u	90				101 1u
8879			vorh.	60 1	92				6 1u
76			vorh.	60 1	61				4 1u
88				14 2	74				4 1u
27 886 62		vorh.	6 1	71 201 1u					4 1u
16				9 1	104				1 1u
14			vorh.	7 1	104				10 1u
14				2 1	101				6 1u
09 884 2	34 1	vorh.	20 2	20				vorh.	20 1
07				66 1	49				1 2u
08 886 1					47				6 1u
8897 886 4		vorh.	10 10	41 934 1u					
80			vorh.	45 1	17				1 1u
84				2 1	75				13 2
88				23 1	37			vorh.	20 4
80			vorh.	27 1	72				1 1u
77				26 1	27				2 1u
75 101 1		vorh.			26				1 1u
74				68 3	23				7 1u
71				72 1	23				4 1u
69				80 1	27				1 1u
68				6 1	20				1 1u
66				3 1u	19				6 1u
64				6 1u	14				105 2u
63				80 1u	109				101 1
47				60 2u	07			vorh.	1 1u
				48 1	04				4 1u

1: Diese Linien werden von Bazzandall 49. als enhanced lines angeführt

	Quinke Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Duffield Bogen	Exner u. Haschek Funke		Quinke Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Exner u. Haschek Funke
	[57]	[51]	[50]	[51]		[57]	[51]	[51]
3001	—	—	—	08 1	3181	301 1u	—	—
3004	—	—	—	08 1	64	—	—	9 1u
94	—	—	—	20 1	56	—	—	57 2
91	—	—	—	9 1u	46	—	—	37 1
88	—	—	vorh.	70 5	45	—	—	52 1
65	—	—	—	9 1	38	—	—	92 1
57	—	—	vorh.	1 1u	33	—	—	02 1u
55	—	—	—	55 1	30	—	—	92 1u
53	—	—	vorh.	56 3	27	—	—	0 1u
51	—	—	—	54 1	22	781 8	80 10	80 8
50	—	—	—	9 1u	22	—	—	50 5
50	—	—	—	5 1u	19	—	—	6 1u
49	—	—	—	1 1u	17	011 4u	—	69 1u
48	—	—	—	0 1u	08	—	—	88 1
41	—	—	—	5 1u	03	—	—	9 1u
39	—	—	—	0 1u	02	—	—	7 1u
28	—	—	—	0 1u	3003	—	—	3 1u
23	—	—	—	35 1	92	854 611	—	—
16	—	—	—	30 1	91	—	—	3 1u
3402	—	—	—	35 1	03	—	—	78 1
70	—	—	—	30 1	64	—	—	89 1
62	—	—	—	2 1	38	910 1u	—	—
64	—	—	—	59 1	34	128 1	—	—
68	—	—	—	91 1	33	—	—	2 2u
3393	—	—	—	6 1u	29	219 8v	17 8	18 5
82	—	—	—	0 1u	24	344 1u	—	—
77	503 8	—	—	—	15	—	—	82 2
72	—	—	—	84 1	14	—	—	2 1u
61	—	—	—	24 1	2097	—	—	04 1
58	—	—	—	4 1u	95	—	—	10 5r
55	—	—	—	18 1	90	—	—	28 5
49	—	—	—	46 1	82	—	—	11 2
24	—	—	—	8 1	78	240 211	—	—
23	—	—	—	27 1	70	407 2	—	—
20	139 2	2 1	—	21 1	68	755 2	—	8 1u
18	—	—	—	6 1	61	91 111	—	—
16	—	—	—	90 1	54	—	—	43 4
14	307 2	30 1	—	82 2	43	643 1u	—	—
3246	—	—	—	1 1u	32	184 5	19 1	19 4
73	—	—	—	69 1	29	—	—	81 1
70	—	—	—	2 1u	18	—	—	40 2
67	—	—	—	1 1u	13	303 1u	—	52 10
43	—	—	—	37 1	07	—	—	07 4
42	684 2	—	—	70 1	06	901 6	89 1	93 8
30	609 1u	—	—	60 3	2803	—	—	41 2
28	—	—	—	10 1	91	958 4	—	95 2
22	—	—	—	02 1	85	—	—	58 2
11	—	—	—	02 1	83	440 5	45 1	45 8
04	745 4u	—	—	74 2	84	—	—	54 1
3194	728 4u	—	—	69 2	56	—	—	89 2

	Quincke Hogen	Exner u. Haaschek Hogen	Exner u. Haaschek Funke		Quincke Hogen	Exner u. Haaschek Hogen	Exner u. Haaschek Funke	Eder Funke
	(57)	(61)	(61)		(57)	(61)	(61)	(64)
2452			54 1	2452			81 1	
47			00 2	51			80 1	
34			01 2	70			22 1	
35			02 1	44 100 4			25 2	
35			45 1	34			04 1	
38			04 1	33			00 2	
38			05 1	38			11 1	
30			20 1	15			10 1	
25			45 4	10 200 4			54 2	
22			70 4	06			04 1	
19			07 4	03			30 5	
05			31 2	2400			84 1	
02			20 20	02			02 1	
2705			55 1	01			5 1	
14			22 1	00			20 1	
40			04 3	07			21 1	
51			00 1	05			85 1	
48			4 1 u	02			20 2	
44 257 0	20 4	20 4	20 4	77			10 2	
32			05 1	70			03 1	
32			00 2 u	54			1 1	
05			07 1	40			15 1	
03			00 1	45			05 1	
02			40 1	42			34 1	
00 100 4	40 2	40 2	40 2	35			1 1	
2504 200 1 u			4 1 u	33			5 1	
88 721 4	68 1	70 3		32			2 1	
88			15 3	15a-2p	27 074 100 02 510	07 200		
87			02 3	19			32 1 u	
1.5a-2p	75 968 100	92 15	04 20d?	16			09 1 u	
66			05 1	05			15 1	
65			13 1	04			03 1	
60			43 1	02			74 1	
40			00 1	01			55 1	
41 401 4	50 2	50 4		2001			50 1	
35			02 1	04			30 1	
24			04 1	04			19 1	24 1
27			04 2	07 704 5 72 1			70 1	77 3
25			02 2	04			18 1	21 1
17			45 1	02			42 1	44 1
16			05 2	70				17 1
12			7 1 u	77				15 1
10			27 1 u	76 200 4			24 2	27 2
09			50 1	73			18 1	17 1
08			08 1 u	71			00 2	64 3
2002			11 1	00			37 2	45 3
90 062 4	06 1	10 2 r		07			97 1	
88			5 1 u	04			92 2	91 2
85			72 2	04 504 4			04 2	61 2
82			61 1	55			82 1	88 1

	Quincke Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Exner u. Haschek Funke	Eder Funke		Exner u. Haschek Funke	Eder Funke	Eder Funke	Handke
	[57]	[51]	[51]	[54]		[51]	[54]	[58]	[47]
2352	058 6	08 1	07 3	07 3	2245	54 1	—	—	—
51			58 1	55 1	42	73 3	67 2	—	—
47			13 1	14 1	40	33 1	25 1	—	—
44			27 1	28 2	37	48 1	46 1	—	—
41			—	63 1	33	73 1	66 1	—	—
40			21 3	22 4	31	33 2	28 1	—	—
34			1 1 u	11 1 u	28	08 3	9.00 2	—	—
31			93 1	04 3	22	5 1	55 1	—	—
31			—	30 1	20	52 1	48 1	—	—
25			74 1	71 2	19	2 1	21 1	—	—
25			29 1	30 2	15	75 2	72 1	—	—
24			71 1	71 1	13	19 2	14 1	—	—
22			31 2	27 3	10	68 1	62 1	—	—
20			29 1	23 1	10	—	19 1	—	—
18			37 1	33 1	05	00 1	84 1	—	—
15			85 2	86 2	01	38 3	31 2	—	—
14			67 3	67 3	2100	—	43 1	—	—
12			27 1	19 1	88	03 2	92 1	—	—
10			08 1	—	86	—	65 1	—	—
08			44 2	45 3	85	—	56 1	—	—
08			24 1	21 1	84	12 1	11 1	—	—
04			82 3	79 3	72	—	16 1	—	—
01			07 1	02 1	57	22 1	11 1	—	—
2294			—	18 1	25	3 2	15 1	—	—
90			50 1	84 1	10	79 2	60 3	—	—
06			16 1	12 2	2042	—	00 3	1.08 0	—
93			03 1	09 2	44	—	50 1	47 3	—
91			53 3	50 3	00	—	68 1	63 5	—
88			63 1	61 1	1086	—	—	08 1	—
88			25 1	—	91	—	—	15 1	—
87			08 1	75 1	88	—	80 1	85 2	—
88			85 3	29 3	77	—	—	32 4	—
82			94 2	80 2	72	—	—	39 1	3.3 2
79			43 1	37 1	57	—	—	72 2	8.8 2
77			69 2	62 2	57	—	—	—	8.1 2
77			48 1	—	55	—	—	—	6.8 2
70			—	19 1	55	—	—	82 1	6.2 3
07			—	00 1	55	—	—	02 1	—
06			03 1	5.94 1	51	—	—	31 2	2.4 4
03			81 2	71 2	48	—	—	05 2	8.9 3
02			75 2	72 2	48	—	—	—	8.1 3
61			38 1	31 1	46	—	—	00 1	—
60			45 1	39 1	43	—	—	92 1	4.7 3
55			94 1	01 1	42	—	—	—	2.9 2
55			00 1	—	39	—	—	—	9.6 1
53			46 1	42 1	37	—	—	35 1	8.6 3
49			03 1	03 1	36	—	—	—	6.0 3
48			67 1	68 1	35	—	—	19 1	5.1 2
46			66 2	67 2	31	—	—	84 1	2.4 2
46			45 1	—	30	—	—	31 1/2	—

	Eder Funke (68)	Handke 47		Eder Funke (68)	Handke 47		Eder Funke (68)	Handke 47
1020	84 1/2	—	1017	88 1		1000	84 2	76 6
20	04 1/2	99 2	11		16 1	81		14 2
27		76 1	10		00 3	79	13 2	803 4
28		66 1	08		82 1	71		11 1
24	76 1	60 7	03	01 2	68 1	71	06 1	26 6
20	96 4	24 7	00		09 2	00		62 2
20	90 1	200 6	00		06 2	61	06 1	27 6
18	92 4	86 2	1000	80 2	01 1 6			

Handke Funke 47	Bloch Funke 81	Handke Funke 47	Bloch Funke 81	Handke Funke 47	Bloch Funke 81	Bloch Funke 81
1800 2 4		1764 2 1		1065 6 1	1060 3 3	1540 3 1
68.6 3		030 6	620 2	616 3		904 1
678 4		023 1	—	602 2	676 3	808 2
603 4		67 1 1	666 3	468 1	466 1	639 3
626 4		600 4		460 2		597 1
610 4		620 2		442 1	443 1	610 1
498 3	604 2	498 4	106 2	382 2		212 2
478 1		486 2		363 1	360 3	189 2
469 4	446 2	460 3	467 2	363 1	366 1	132 2
421 1		460 3	—	300 1		110 2
406 3	—	422 6		—	292 3	082 2
371 3	363 1	399 6	402 3	282 1		043 1
360 3		382 3		280 4	220 4	030 1
342 2	—	363 2			172 2	008 3
309 2	306 2	329 2	—		136 2	1497 0 1
291 1	—	302 1			119 3	901 3
271 6	—	269 4	968 2		074 1	506 1
222 6	226 3	266 6	268 2		003 3	603 1
191 3	—	196 4	206 1		1406 1	646 1
170 2	—	180 3			084 2	624 1
188 2	—	172 3	172 2		027 2	600 2
110 1	104 1	161 1			006 3	477 1
087 1	—	161 3	168 1		047 1	464 1
086 4	069 2	130 1	—		794 1	422 1
081 3	—	106 3	101 2		769 1	406 2
020 7	008 4	070 2	070 1		747 2	387 2
1784 8 7	—	018 2			698 1	371 2
812 3	—	000 3	006 3		602 1	360 3
872 4	867 1	1689 6 2			622 3	321 2
842 8	836 3	962 3	968 3		604 2	298 2
816 2	—	966 1	—		647 2	276 2
771 2	—	986 6	989 6		628 1	268 1
760 6	767 4	767 1	768 1		608 1	160 1
764 1	—	732 6	736 6		482 1	139 1
730 1	—	726 2	—		433 1	041 1
680 4	678 1	660 1	678 1		421 1	018 2

N-Einheiten.

N-Einheiten.

	Siegbahn [65, 66, 68]	Coster 78, 79	Vogel 82		Siegbahn [67, 68]	Stenström [72]	
1.1	1157	50.51 3	50.53		M α_1	5838	5847
1.2	1283	84.80 3	84.64		M β_1	5823	5828
1.3	1271	78.55 10	78.10		M γ_1	5348	
1.4	1197	99.5 0			M γ_2	5284	
		10.6			M δ_1	5146	5140
					M δ_2	5102	
1.5	1102	04.4 2	04.74				
1.6	1080	80.83 8	80.80	1)			
1.7	1065	67.75 6	67.80	1)			
1.8	1050	60.9 3					
1.9		46.5					
1.10	1035	38.2 1	37.8				
1.11		54.2					
1.12	922	24.37 3	24.20				
1.13	898	901.25 1	02.58				
1.14	894	95.68 1	07.16				
1.15	899	66.3 6	65.68				

Duffield [50] untersucht den Goldbogen bei Überdrucken zwischen 1 und 200 Atmosphären, aber nur das Spektrum zwischen λ 3550 und λ 5100. Die Linien verbreitern sich alle mit zunehmendem Druck, teils symmetrisch, teils mehr nach Rot; bei einzelnen wird eine Verbreiterung nach Violett vermutet. Die Verschiebung scheint bei den letztgenannten Linien (es handelt sich namentlich um 3586 und 3979, nach kürzeren Wellen stattzufinden, während aller übrigen Wellenlänge mit dem Druck wächst. Die Zunahme der Wellenlänge scheint bei kleinem Überdruck rascher vorzugehen, als bei großem. Die Verschiebung pro Atmosphäre ist verschieden bei verschiedenen Linien. Duffield glaubt drei Gruppen unterscheiden zu können, deren Verschiebungen sich wie 1:2:4 verhalten. Die erste Gruppe bilden: 3800, 4041; die zweite: 4065, 4811, 5064; die dritte: 3804, 3898, 4057, 4315, 4437, 4488, 4807, 4792. Die Verschiebung in der dritten Gruppe ist ungefähr proportional der dritten Potenz der Wellenlänge. Alle diese Angaben werden aber unsicher gemacht durch die kleine Anzahl der beobachteten Linien. Bei hohen Drucken treten unscharf begrenzte Partien auf, die vielleicht den Anfang von Banden bilden.

Zum Funkenspektrum teilen Hartley und Moss [52] mit, daß die empfindlichste Linie 3122 sei. Bei fünf Funken, die 0.000065 mgr verbrauchten, erhielten sie auf der Platte: 4041, 3122, 2913, 2802, 2667, 2428. — Für die Knallgasflamme seien die empfindlichsten Linien 3975 und 3852, welche aber 50 mg verlangen.

Für den Zeemaneffekt findet sich außer der alten, in Bd. V übersetzten Abhandlung von Purvis 45, nur eine kurze Notiz von Nagaoka und Taka-

linie 48. Die Linie 5837 wird im transversalen Feld ein Quartett, im longitudinalen ein Paar, dessen Linien mit den äußeren des Quartetts denselben Abstand bei allen Feldern haben.

Den Einfluß des elektrischen Feldes studiert Takamine 70, nur die drei Linien 4128, 4083, 3795 zeigen eine geringe Aufspaltung, je in zwei Komponenten.

Der Bau des Goldspektrums ist immer noch nicht aufgeklärt. Lange mußten sicher sind nur zwei Paare konstanter Differenz, die in der Tabelle p. 69 ff. mit der Bezeichnung eingetragen sind, die man seit Kayser, Rung und Rydberg als die wahrscheinliche ansieht. Nach Hicks 70, 73, der unter Benutzung der bekannten Zeeman Typen des Goldspektrums und anderer, seine besonderen Theorie entnommenen Kriterien das Goldspektrum eingehend untersucht hat, trifft indes die alte Einteilung nicht zu. Hicks stellt dafür einige andere Serien von einstweilen noch sehr hypothetischem Charakter auf, und er zugleich eine Anzahl Linien im Ultrarot vorhersagt und Anzeichen einer Bergmannserie sowie von Kombinationen zu finden glaubt. Wegen der Unsicherheit dieser Einordnung von Linien des Goldspektrums sind die betreffende Bezeichnungen nicht in der Tabelle aufgeführt. Es sei dafür ebenso wie für gewisse Regelmäßigkeiten im Funkenspektrum 70 für den angeblichen Zusammenhang mit dem Atomgewicht und für weitere vier Paare mit der konstanten Differenz 2014, die Paulson 59 angibt, auf die Literatur verwiesen. — Im Gebiete der Röntgenstrahlen hat schon Moseley 55 die stärksten Linien der L-Serie gemessen. Seitdem ist die Zahl der bekannten Linien der L-Serie gestiegen und die Messungen beginnen, die fünfte Stelle zu erreichen. In der Tabelle p. 75 sind auf Grund der Messungen von Siegbahn, Fermat (64, 65, 66, 68, 69), Coster (78), Vogel (82) die Hauptangaben zusammen gestellt.¹⁾ Die Bezeichnung ist diejenige Siegbahns. Über die gesetzmäßigen Zusammenhänge der Linien findet man außer in dem Buche Sommerfelds bei Coster (79) und Snickel (80) Angaben und weitere Literatur. Weiter sind in der Tabelle die stärksten Linien der M-Serie nach den Messungen von Siegbahn (67, 68) und Stenström (72) angeführt, wieder mit der Bezeichnung Siegbahns. Endlich sind die charakteristischen Absorptionsgrenzen des Goldes wiederholt gemessen worden. Die Zahlen sind

de Broglie (62, 63)	$\lambda_K = 1038$	$\lambda_L = 806$	$\lambda_M = 650$
Wagner (61, 71)	" 1042	914	
Coster (79)	" 1038.3	899.3	646.3
Duane und Patterson 76	" 1038.3	" 899.3	646.6

Endlich geben Duane und Takeo Shimizu 77 als K-Grenze 154.1 an (Siegbahn und Jönsson 74) 152, de Broglie 62, vgl. auch 74 p. 256 Anm.) 152.4.

1) Man sehe auch Rohmann 70, der indes keine Messungen gibt.

BOR ($B = 11.0$, $Z = 5$).

Literatur.

- [37] Sir W. Crookes, On the spectrum of boron. *Proc. Roy. Soc. A* **86** p. 336—41 (1911).
- [38] J. M. Eder und E. Valenta, *Atlas typischer Spektren*. Wien 1911.
- [39] Otto Oldenberg, *Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen*, Diss. Göttingen 1913, 48 pp. *Zs. wiss. Photogr.* **13** p. 133—172 (1913).
- [40] W. Javon, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen: IV. — A band spectrum of boron nitride. *Proc. Roy. Soc. A* **91** p. 120—134 (1914).
- [41] M. A. Catalán, Algunas regularidades en los espectros del cobre y del boro. *Anal. d. l. soc. Españ. de Fis. y Quim.* **15** p. 432—434 (1917).
- [42] G. Wendt, Spektralanalytische Untersuchungen an Kanalstrahlen von Kohlenstoff, Sillium und Bor. *Ann. d. Phys.* **4** **52** p. 761—774 (1917).
- [43] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons, gemessen nach internationalen Normen. *Diss. Bonn*, 1917. *Zs. wiss. Photogr.* **18** p. 84—137 (1918).
- [44] A. de Gramont, Sur la recherche spectrale du bore. *C. R.* **166** p. 477—480 (1918).
- [45] J. E. Paulson, Spectra and atomic numbers of the elements. *Astrophys. J.* **49** p. 276—284 (1919).
- [46] R. A. Millikan, The further extension of the ultra-violet spectrum and the progression with atomic number of the spectra of light elements. *Proc. Nat. Acad.* **7** p. 289—294 (1921).

Crookes [37] findet, daß reinstes metallisches Bor im Funken nur drei Linien gebe, welche er zu 3451.50, 2497.83, 2406.80 nach der Rowlandschen Skala bestimmt. Die übrigen von Eder und Valenta (*Handbuch V* p. 137) gegebenen Linien gehörten alle Verunreinigungen an, da bei Crookes keine Spur von ihnen erschien selbst bei 7stündiger Exposition. Ich glaube nun wird das gern zugehen in Betreff der übrigen Linien, aber vielleicht noch zweifelhaft sein über die drei engen Paare, deren Wellenlänge nach Eder und Valenta [38] ist: 2267.0, 2266.4, 2089.6, 2088.9, 2067.3, 2065.7. Catalán [41] gibt für das mittlere Paar an: 2089.50, 2088.90, und bemerkt, daß die Schwingungsdifferenz dieselbe sei, wie die des Hauptpaares bei 2497. Vahle [43] mißt zwei Borlinien als Verunreinigung in Zirkon. Er findet 2496.779 Int. 3 und 2497.734 (Int. 3), während Klein (*Diss. Bonn* 1913) früher im Lichtbogen .777 bzw. .731 gefunden hatte. — Oldenberg [39] beschreibt die Verteilung der Emission im Bogen. Das Paar 2497 ist an den Polen und in der Mitte hell. Die Banden nehmen den ganzen Bogen ein.

Gramont [44] bringt nichts Neues; er bemerkt nur, daß man zur spektroskopischen Erkennung von Bor neben den diffusen Banden, welche die Grünfärbung der Flamme durch eingeführte Borsalze bedingen — und für welche er angenäherte Zahlen gibt — jene drei Linien zu benutzen seien. Eine schöne Abbildung dieses Bandenspektrums mit kleiner Dispersion geben Eder und Valenta [38].

Wendt [42] schließt nach der Stark'schen Methode aus verschiedenartigen Abschattierung im Dopplerstreifen der Kanalstrahlen, daß die Linie 3451 von einem Atom ausgesandt werde, das 2 Elektronen verloren hat, das Paar 249 von einem Atom, das ein Elektron verloren hat.

Ein neues Bandenspektrum, welches einer Verbindung von Bor und Stickstoff zugeschrieben wird, tritt auf, wenn Bortrichlorid mit aktivem Stickstoff in Berührung kommt, wie zuerst Strutt beobachtete. Dies Spektrum wird nun von Jevons [40] genauer untersucht, photographiert, die Kanten gemessen, und es werden Formeln für die Kantenserien berechnet. Das Spektrum sieht im langwelligeren Teil, λ 637 bis 337 etwas anders aus, als im kurzwelligen. Diese Teil wird α genannt. Alle Banden besitzen zwei Doppelkanten, deren Schwingungsdifferenzen für alle die gleichen sind. Die Kanten seien durch A_1, A_2, B_1, B_2 bezeichnet; dann lassen sich alle A_1, A_2, B_1, B_2 durch eine Gleichung von der bekannten Form $\sigma = A + B(m + p^2) + C(p + 1)^2$ darstellen, wo m und p die Reihe der ganzen Zahlen durchlaufen. Im vorliegenden Fall geht m von 56 bis 61, p von 74 bis 79. A, B, C Konstante sind α und β kleine Brüche. Für die 4 Kantenserien ist nur A verschieden.

Das zweite, mit β bezeichnete Bandensystem wird von λ 320 bis λ 214 gemessen. Hier sind die Kanten einfach, aber es scheinen in Wahrheit 3 Systeme ($\beta_1, \beta_2, \beta_3$) vorhanden zu sein. Alle Banden sind nach Rot abschattiert.

Jevons beweist, daß die Anwesenheit von Bor und von N zum Erscheinen des Spektrums nötig ist, er vermutet, daß es daher auch im Hogen auftreten müsse, wenn man in ihm Bor verdampft und findet in der Tat die stärksten Kanten angedeutet, freilich überlagert von dem diffusen Boroxydspektrum. Kühne [34] hat unter meiner Leitung den Hogen mit Borsäure untersucht und 4 schöne Banden ausgemessen. Jevons ist zweifelhaft, ob sie mit seinen Banden etwas zu tun haben, was sicher nicht der Fall ist. Dagegen ist kein Zweifel, daß Exner und Haschek [31] die hellsten Kanten der Gruppe gemessen haben:

Exner und Haschek:	2265,	2331.37,	2437.12,	2551.41,	2675.27
Jevons	: 2264.6 (10),	2331.1 8,	2436.9 10,	2551.2 10,	2676.2 9,

Ebenso scheinen Hagenbach und Koenen eine Reihe der Kanten der Gruppe gemessen zu haben:

Hagenbach und Koenen.	404,	434,	436,	450,	461,	504
Jevons	: 4037,	4341,	4361,	4508,	4614	5042

Der Bau des Borspektrums ist noch unbekannt. Paulson [45] sucht einen Zusammenhang zwischen der Ordnungszahl und der Schwingungszahldifferenz des Paares 2497 nachzuweisen, das vermutlich den Anfang einer Hauptserie darstellt.

Nachtrag während des Druckes. Millikan mißt einige Linien kurzer Wellenlänge bei 676.8, 760.4, 1624.4, eine Funktlinie bei 3451.6 sowie K_α bei 67.2. Er vermutet L_α bei 2497.

BARYUM ($\lambda_{Ba} = 137.37$, % 56).

Literatur.

- [85] A. Dufour, Modifications anormales, dans le champs magnétique, des spectres de bandes de divers composés. C. R. 146 p. 229—231 (1908).
- [86] Lecoq de Boisbaudran, Sur les spectres de bandes du baryum et de l'aluminium. C. R. 149 p. 899—903 (1909).
- [87] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 511—524 (1909).
- [88] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077—1100 (1909).
- [89] R. Rossi, The effect of pressure on the band spectra of the fluorides of the metals... Proc. Roy. Soc. A 82 p. 518—523 (1909).
- [90] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. C. R. 150 p. 37—40 (1910).
- [91] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119, IIa p. 519—513 (1910).
- [92] H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 789—746 (1910).
- [93] O. Reichenheim, Über die Spektren der Anodenstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 747—768 (1910).
- [94] F. A. Saunders, Series in the spectra of calcium, strontium and baryum. Astrophys. J. 32 p. 153—173 (1910).
- [95] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.
- [96] A. Dufour, Nouvelles mesures du phénomène Zeeman présenté par quelques bandes... Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 563—573 (1910).
- [97] H. Duns, Unsere Kenntnisse von den Seriensystemen der Linienspektren. Dissert. Tübingen, 69 pp. Leipzig bei Hirzel 1911.
- [98] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.
- [99] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911.
- [100] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl., Bd. II und III. Wien bei Deuticke 1911 und 1912.
- [100a] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Proc. Dubl. Soc. 13 p. 253—263 (1912).
- [101] Th. Lyman, Spark spectra of the alkali earths in the Schumann region. Astrophys. J. 35 p. 341—353 (1912).
- [102] J. Stark und G. Wendt, Bandenemission fester Metallverbindungen durch Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 36 p. 690—695 (1912).
- [103] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities producing these lines in the spectrum of the oxyhydrogen flame. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 33—48 (1912).

- [104] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektren. *Ann. d. Phys.* 4 30 p. 51 71 1912.
- [105] K. Schmitz, Messungen im Bariumspektrum. *Dissert. Bonn* 1912. *Zs. f. wiss. Photogr.* 11 p. 200-206 1912.
- [106] R. Haas, Optische und photographische Untersuchungen homologer Baryen-Flammenlinien. *Dissert. Erlangen* 1912.
- [107] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II. The p and s sequences etc. *Phil. Trans. A* 212 p. 33-73 1912.
- [108] O. Oldenberg, Spektrophotographische Untersuchungen am Lichtbogen. *Dissert. Göttingen* 1913. *Zs. wiss. Photogr.* 12 p. 133-172 1913.
- [109] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part III. The atomic weight term etc. *Phil. Trans. A* 213 p. 323-420 1913.
- [110] H. George, Das Bariumspektrum des Bariumfluorids im elektrischen Bogen sowie die Bariumlinien von 7000 bis 8200 Å. *Dissert. Bonn* 1912. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 237-258 (1913).
- [111] K. Burns, Sur un déplacement des lignes spectrales de certains métaux. *C. R.* 166 p. 1970-1978 1913.
- [112] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Bogenpektrum nach dem internationalen System. *Wien Ber.* 123, IIa p. 607-623 1913.
- [113] E. Lorenser, Beiträge zur Kenntnis der Bogenpektren der Erdalkalien. *Dissert. Tübingen* 1913.
- [114] A. Harnack, Die Anwendung des nichtkondensierten Bogens für Metallspektren als neue Methode zur Erzeugung von Flammenspektren. *Physik. Zs.* 15 p. 67 bis 69 1914.
- [115] H. Werner, Messungen von Wellenlängen-Normalen im internationalen System für den roten Spektralbereich. *Ann. d. Phys.* 4 44 p. 290-296 1914.
- [116] S. Popow, Über eine Gesetzmäßigkeit in den Linienspektren. *Ann. d. Phys.* 4 45 p. 147-176 1914.
- [117] Ivar Malmor, The high-frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* 6 24 p. 787-794 1914. — *Dissert. Lund* 1915.
- [118] E. H. Nethorpe, Observations of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. *Astrophys. J.* 41 p. 16-27 1915.
- [119] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenpektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. *Wien Ber.* 123, IIa p. 226-231 (1915).
- [120] T. Royds, The different character of spectrum lines belonging to the same series. *Astrophys. J.* 41 p. 164-161 1915.
- [121] H. M. Randall, The infra-red spectrum of barium. *Astrophys. J.* 42 p. 196-201 1915.
- [122] A. T. Williams, Investigaciones experimentales sobre los espectros de descarga oscilante. *Dissert.* 232 pp. Buenos Aires 1915.
- [123] J. Kramatyk, Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. *Ann. d. Phys.* 4 46 p. 376-409 1915.
- [124] Th. Merton, On the application of interference methods to the study of the origin of certain spectrum lines. *Proc. Roy. Soc. A* 91 p. 421-431 1915.
- [125] W. M. Hicks, On the enhanced series of lines in spectra of the alkaline earth. *Proc. Roy. Soc. A* 91 p. 451-465 1915.
- [126] E. Frieman, On the high frequency spectra L-series of the elements lithium, zinc. *Phil. Mag.* (6) 32 p. 497-499 1915.
- [127] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons suivis du brome au bismuth. *C. R.* 163 p. 81-90 1916.
- [128] M. Siegbahn, Bericht über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioact.* 13 p. 296-342 (1916).
- [129] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen II. *Munch. Ber.* 19 p. 81-86.

- [130] Ch. F. Meyer, Some spectra in the photographic infra-red. *Astrophys. J.* 45 p. 93-102 (1917).
- [131] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some chemical elements for high frequency X-rays. *Phys. Rev.* (2) 10 p. 697-704 (1917).
- [132] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 59 pp. 1917. *Za. wiss. Photogr.* 18 p. 84-137 (1918).
- [133] N. Buchholz, Beitrag zur Bestimmung von Wellenlängennormalen für den grünen und roten Spektralbezirk. Dissert. Bonn 1918.
- [134] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of Calcium, Strontium etc. *Astrophys. J.* 48 p. 13-34 (1918).
- [135] W. F. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5000 Å to 9000 Å. *Se. Pap. Bur. of Stand. No. 812, Bull.* 14 p. 371-395 (1918).
- [136] J. C. Mc Lennan and J. F. T. Young, On the absorption spectra and the ionisation potentials of Ca, Sr, and Ba. *Proc. Roy. Soc. A.* 95 p. 273-279 (1919).
- [137] J. E. Paulson, Spectra and atomic numbers of the elements. *Astrophys. J.* 49 p. 276-281 (1919).
- [138] W. Stonström, Experimentelle Untersuchungen über Röntgenspektren. Dissert. Lund 72 pp. 1919 -- vgl. auch *Ann. d. Phys.* (4) 57 p. 347-375 (1918).
- [139] M. Siegbahn und Edv. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen, besonders bei den seltenen Erden. *Physik. Za.* 20 p. 251-255 (1919).
- [140] W. Kossel und A. Sommerfeld, Auswahlprinzip und Verschlebungssatz bei Serienspektren. *Verh. D. phys. Ges.* 21 p. 240-259 (1919).
- [141] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnetooptischer Zerlegungssatz. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 121-263 (1920).
- [142] W. Duane and Kang-Fuh Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* 2 14 p. 516-521 (1920).
- [143] F. A. Saunders, Revision of the series in the spectrum of barium. *Astrophys. J.* 51 p. 23-36 (1920). *Jefferson Contrib.* 19, Anhang, 1919-20.
- [144] A. S. King, Observations of the electric furnace spectra of Co, Ni, Ba, Sr and Cd in the region of great wave-length. *Astrophys. J.* 51 p. 179-186 (1920).
- [145] G. Hertz, Über die Absorptionsgrenzen in der L-Serie. *Za. f. Phys.* 3 p. 19-25 (1920).
- [146] E. Fues, Vergleich zwischen den Funkenspektren der Erdalkalien und den Bogenspektren der Alkalien. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 1-27 (1920). Dissert. München 1919.
- [147] F. L. Mohler, P. D. Foote and W. F. Meggers, Resonance potentials and low-voltage arcs for metals of the second group of the periodic table. *Se. Pap. Bur. Stand.* 403. — *Bull.* 16 p. 725-757 (1920). — *Journ. Opt. Soc.* 4 p. 364-371 (1920).
- [148] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. *Za. f. Phys.* 3 p. 202-206 (1920).
- [149] Megh Nad Saha, Ionization in the solar chromosphere. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 472-498 (1920).
- [150] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stoße langsamer Elektronen. *Physik. Za.* 22 p. 400-414 (1921).
- [151] F. Prommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen 1921 (Manuskript) p. 191.
- [152] V. L. Christler, The low current arc. *Astrophys. J.* 54 p. 273-284 (1921).
- [153] B. E. Moore, Excitation stages in open arc-light spectra I. *Astrophys. J.* 54 p. 191-217 (1921).
- [154] F. A. Saunders, A review of the series in the spectra of elements. *Journ. Opt. Soc.* 5 p. 1-12 (1921).
- [155] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. *Za. f. Physik* 7 p. 341-350 (1921).
- [156] F. Paschen und E. Back, Liniengruppen magnetisch vervollständigt. *Physica* 1 p. 251-273 (1921).

Die Neumessungen im Baryumspektrum sind sehr zahlreich. Im Ultrarot hat Randall 8, 121 zwei Meßreihen mit Thermosaule geliefert. Photographisch haben Meggers 135, Lorenser 113, Eder 119 Wellenlängen bis über $\lambda 9000$ erreicht, George 110 und Burns 111 bis $\lambda 8000$. Eine vollständige und wie es scheint sehr genaue Messung des ganzen Bogen- und Funkenspektrums hat Schmitz 105 geliefert, und auch Lyner und Haschek 100 haben ihre Messungen erweitert und revidiert. Eder 119, sowie Eder und Valenta 87, 88, 91 haben einzelne Teile des Bogen- und Funkenspektrums gemessen. Werner 115 hat zwischen $\lambda 7911$ und $\lambda 6805$ eine Reihe von Linien mit Interferometer ermittelt.

Im Gebiet der kürzeren Wellen hat King 134 eine längere Messungsreihe geliefert, und zwar im elektrischen Vakuum-Bogen. Das bringt den Vorteil mit sich, daß die Linien sehr scharf werden, enge Doppellinien getrennt und andere überhaupt erst meßbar werden. Aber es hat den großen Nachteil, daß gegenüber dem Luftbogen eine Druckverschiebung von einer Atmosphäre in den Messungen steckt, so daß bei der Unkenntnis des Druckeinflusses seine Zahlen sich mit den übrigen Messungen nicht vergleichen lassen. Endlich hat Saunders 94, 143 eine Anzahl von Linien für seine Untersuchungen über die Serien ermittelt, zum Teil auch im Vakuumbogen.

Im Schumann-Gebiet liegen Messungen von Lyman 101 vor, der $\lambda 1331$ erreicht.

Alle diese Messungen sind in der folgenden Tabelle vereinigt. In der letzten Kolonne befinden sich die Angaben Kings 134, 144 zu welcher Temperaturklasse die Linien gehören, wobei die Klasse wächst mit der Temperatur, die zur Erzeugung der Linie nötig ist. Der Zusatz A zur Klasse bedeutet, daß die Linie im Ofen relativ stärker erscheint als im Bogen.

Ultrarote Linien nach Randall 92, 121

$2p_2 - 8d_2$	80093.5	30		17884.8	10		11116.0	10
	80886.9	30	$8D - 3P$	17890.4	40		11016.4	40
	80469.6	15		14325.4	25		10837.0	30
	80700.6	35		14211.4	25		10620.5	30
$2p_2 - 8d_2$	80228.9	50		14150.6	30		10474.4	50
$2p_2 - 8d_2$	27761.1	30		14077.9	40	$15s - 4p$	10196	
	26221.4	30		13066.6	30	$15s - 4p$	10772.9	5
$2p_1 - 8d_1$	26515.7	50		13010.6	40		10253.8	50
$2p_1 - 8d_1$	25265.8	30	$2P - 2S$	12507.3	40	$15s - 4p$	10109.1	5
$2p_1 - 8d_1$	25318.4	30		12507.4	10		10134.1	50
	25230.8	30		12514.8	10		10117.1	35
$15s - 8p_2$	21477.2	15		12554.8	30		9851.7	70
$15s - 8p_2$	20712.0	40		12554.0	50		9713.4	30
	19947.9	25		11978.2	15		9610.7	100
	19074.6	30		11985.7	50		957.1	100
	18804.1	15		11808.1	30			
	17182.57	5	$8d_2 - 3P$	11804.2	30			

1) Nach Saunders (143).

		Meggers [135]	Lorenser [113]	Eder [119]	Werner [115]	George [110]	Burns [111]	Klasse
	9608	83	1					
	9455	94	1					
	9370	05	3					
	24	53	1					
	06	09	1					
	9219	65	2					
	9189	43	2					
	33	70	1					
	9091	15	1					
	8937	85	1					
	27	30	1					
	14	98	4	5.05	2			
	8890	98	4	0.97	2			
2.58-5P	8799	70	2u					
	37	71	1					
	10	74	1					
	8659	—	9.30	1				
	54	02	4	4.05	3			
	8693	40	1					
	82	04	4	2.31	3u			
	69	—	9.30	1r				
	66	11	1	9.25	2r			
	67	53	3u	7.73	3r			
	59	90	10	0.88	6u	0.98	5	
	42	—	2.37	1u				
	21	91	1					
	14	23	2u	4.15	1u			
	8414	52	1u					
	8390	33	1					
	50	64	1					
	28	—	8.82	3u				
	25	34	2u					
	8288	—	8.10	1u				
	84	92	2u					
	68	97	2	3.99	1u			
	53	98	1					
	24	29	1					
	10	28	10	0.82	10u	0.88	5	
	8181	55	2	1.79	2u	0.827		
	58	11	1	8.28	2u	0.82	2	III?
	47	75	2	7.84	3			
	20	44	2	0.68	4			
	8018	21	1	8.34	2			
	7982	42	1	2.48	3u			
	61	20	1	1.18	2u			
	57	—	7.92	1u				
	30	42	1	9.50	2u			
	11	36	6	1.38	5	1.353	2	1A
1.58-2P _A	06	40	7	5.83	16	5.77	6u	III
	7877	93	2	8.05	3r	5.770	3	
	65	—	5.22	1u		5.771	4	
	63	—	8.45	1u				

Baryum

	Meggers 116	Lorenser 113	Eder 119	Werner 115	George 110	Hurns 111	Klasse
7480	86 6	0.61 8u	0.50 3u		0.579	0.576 2	
82		8.10 2					
7704	94 1	8.30 2					
83		3.60 1					
80	40 8	0.48 12	0.50 6	0.497 4	0.543	0.540 4	I
76	37 1	6.45 3r					
70		0.30 0					
2.58-61	80	80 2	0.80 4v	0.81 1u			
61	80 2	1.73 8v	1.74 2u			1.73 2	
81	77 1	1.84 4r					
00	88 3	0.50 8u	0.55 2u			0.50 2u	III
7604						0.50 1	
72	12 7	2.20 20v	2.10 6	2.104 6	2.083	2.100 4u	I
01						2.09 3	
02		2.03 3					
42	02 6	3.03 20r	2.94 3u	2.918 2		2.91 4r	III
01	88 2	7.01 16r	6.80 2u		6.976	6.98 1r	III
18		6.65 1u					
10	60 3	0.65 8	0.40 2u		0.412	0.400 1	III A
7603						1.00 2	
76		5.21 2u					
62						2.54 1	
43		3.60 3u				3.70 1	
42						2.04 1	
41						1.60 1	
41						1.21 1	
34						0.75 1	
24		8.22 2u				0.36 2	
23		8.65 3u				1.00 1	
13		8.30 1u					
7485		7.90 15	8.10 6	8.088 6	8.094	8.09 1 6	I
76		6.32 4r				6.34 2	
72						2.30 1	
69		9.94 14r	9.74 8u	9.696 7	9.740	9.75 4r	III
17		7.42 8	7.65 4	7.660 3	7.542	7.55 4	II
00		0.02 3u					IV
2.58-2p ₁	7392	2.33 15v	2.44 6	2.423 6	2.425	2.45 6	II
76		5.73 6r	5.68 2u		5.572	5.66 1	III
72							
60		9.36 6				9.36 2	III A
50		9.71 1u					
19		0.12 1u					
07		7.81 1					
7280		0.32 20v	0.31 8H	0.313 2	0.30	0.314 10	II
73		2.64 1u				1.00 1	
68						6.71 1	
24		9.04 10r	8.81 6	8.813 3	8.814	8.818 6	III
13		8.80 2					III A
06		8.38 2u				8.38 1	III
2.58-2p ₁	7196	5.24 10	5.25 6	5.246 6	5.250	5.254 8	III
79						9.51 1	
68		5.60 6u	5.67 1u		5.643	5.65 6u	III

	Lorenser [118]	Eder 119	Werner 115	George [110]	Burns 111	Schmitz [105]	Exner u. Hasehek [100]	Klasse
7148					8.18 2			
48					3.38 1			
33	3.30 1r							
29	9.56 2				9.56 1			
27					7.444 2			
26	6.78 4r				6.71 1			
24					4.58 1			
22					2.84 1			
20	0.30 15v	0.34 6	0.344 9	0.26	0.241 15		0.32 1	II
11					1.79 1			
10	0.24 1u							
04					4.23 1			
7038	7.99 1				8.41 1			
18	0.18 8r	9.99 2u		9.98	9.958 4			III
87					7.02 1			
70					0.28 1			
69	9.74 2u				9.51 2			
67					7.99 1			
59	9.97 20R	9.91 8R	9.957 10R	9.964	9.972 25	0.002 4u	9.98 8u	II
18					8.58 1			
18					8.18 1			
14					4.31 1			
13					8.73 1			
08					8.10 1			
08					8.44 1			
8979					9.45 1			
98					8.14 1			
94					4.78 1			
90					0.21 1			
89					9.07 1			
88	6.80 1				0.84 2			
86					5.65 1			
86					5.12 1			
80					0.60 1			
77					7.88 1			
76					6.74 1			
76					6.18 1			
72					2.89 1			
71					1.98 1			
71					1.82 1			
68					8.05 1			
64								
63					4.48 1			
63					3.78 1			
61	1.55 117				3.19 1			
59								
58					9.55 1			
51	1.35 1u				8.98 1			
32	2.96 1u							
6874	4.16 1u	4.14 2u						
67	7.93 6r	7.90 8				7.878 1u	7.90 1	IV?

	Lorenser Bogen	Eder Bogen	Werner Bogen	Barns Bogen	Schmitts Bogen	Exner und Hasebeck Bogen	Eder und Valenta Bogen	Exner und Hasebeck Funkte	Schmitts Funkte	Eder u. Valenta Funkte	Klasse
	113	119	115	111	105	100	91	100	106	87.88	
6665	568 8r	520 5	5702 5	—	5711 5	567 3	—	—	—	—	II
6771	130 8a	133 2a	1783 2	—	1823 1a	—	—	—	—	—	III
68	960 2a	950 1	—	—	—	—	—	—	—	—	
61	133 3a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6885	367 30r	365 5	3665 10	3657 3	3675 6R	363 10	—	369 2	3671 1	393 2	I
75	537 30r	529 6	5286 9	5289 2	5290 6R	527 10	—	533 2	5279 1	536 2	I
54	416 10r	410 1	—	—	4120 3r	404 1	—	—	—	—	III
43	377 4a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	III A
6205	539 30r	534 6R	5341 9	5368 3	5361 7R	542 30R	—	537 5	5354 2	537 3	I
80	686 6r	076 1	—	—	—	077 1	—	—	—	—	III
65	591 0a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64	439 3a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	III A
44	429 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
57	732 30r	732 7R	7324 10	7319 4	7324 7R	736 50R	—	737 10	7325 2	739 3	I
06	—	—	—	341 2	—	—	—	—	—	—	
6458	878 80	877 8R	8789 9R	8783 5a	8776 7R	889 100R	—	889 10	8776 4	883 5	II
96	639 100	632 10	6318 15	6313 5a	6302 8R	700 300R	—	639 300R	6302 7r	639 30	III
50	—	—	—	044 1	—	—	—	—	—	—	
89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
82	301 10	285 6	2980 10	—	2986 7R	300 50R	—	298 10	2986 3	300 3	II
79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
80	083 30r	085 5	0883 9	0857 3	0842 7	090 30	—	089 8	11642 2	094 2	I
11	134 4a	—	—	—	—	174 1	—	—	—	—	III A
6379	901 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
41	172 15r	169 4	1683 8	1686 4	1687 7R	172 50	—	169 15	1687 2	174 3	I
39	—	—	—	957 1	—	—	—	—	—	—	
25	313 3a	—	—	—	—	34 1	325 1a	—	—	—	III
00	030 2a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6856	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
46	—	—	—	289 1	—	—	—	—	—	—	

										Baryum.		87	
6243	—	3.85? 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	III
35	5.49 5u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6174	4.34 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41	1.63 100v	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	0.39 5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	9.40 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.73 30v	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6086	6.45 4u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
88	3.45 4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	3.13 20v	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	5.52 1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	9.45 15v	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5997	7.05 15v	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	5.54 2u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
78	8.42 4u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	1.72 15v	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	4.84 3u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62	2.73 1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	5.43 1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	7.86 1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5839	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5784	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Die mit C bezeichneten Linien bilden eine Kombinationsgruppe des Typus 3d₁—3d₂.

	Schmitz Hogen		Exner u. Hasehek Hogen		Eder u. Valenta Hogen		Schmitz Funke		Exner u. Hasehek Funke		Eder u. Valenta Funke		Klasse	
	105		100		91		105		100		88			
	5715	5.923	1											
	13	5.554	2	3.758	2	3.45	2u						III	
	00	5.546	1	5.07	1	5.58	1u						III	
	03	5.042	1											
	04	4.820	1											
	5890	0.173	5	0.23	5	0.17	4		0.3	1u	0.13	4	IIIA	
	41	—		1.1	1u									
	28	8.828	11											
	35	5.701	11											
	20	—		0.4	1u								IV	
	20	—		0.0	1u	0.19	1u						IV	
	19	9.080	11	9.03	1u	—								
	18	—		8.7	1u									
	5503	3.297	8	3.28	2	3.26	1u						III	
	48	—		8.1	2u									
2p ₂ -4d ₁	85	5.534	10R	5.48	100R	5.47	10R	5.502	2u	5.57	30	5.52	10	I
2p ₂ -4d ₁	19	9.115	8R	9.08	50	9.15	8	9.5	11	9.08	10	9.15	6	II
	5478	8.680	2u	8.68	2									IIIA
	37	7.803	2u	7.85	2									IIIA
	24	4.618	7r	4.64	60r				4.60	8	4.63	5		II
	16	5.514	11											
	04	4.920	1u	4.90	2u									IIIA
	5890	—		9.8	1u									
	81	—		1.0	1u									
	70	—		9.0	1u									
	65	5.888	1u	5.0	1u									
	49	9.821	11	—										
	08	8.952	11	8.92	1									IV
	05	5.758	2u	5.74	1				5.8	1u				IV
	02	2.808	3u	2.82	2				8.0	1u				IV
	5994	4.180	2u	4.18	1									
	90	0.945	11	0.88	1									
	79	9.619	11	9.4	1u									
	77	7.625	11	7.58	1									
	67	7.033	4u	7.01	4			7.05	21	6.98	1u			IV
	65	5.586	1u	5.585	1									IV
	58	3.807	11	3.83	1			8	11					
	5177	7.448	2u	7.35	1			7	11	7.2	1u			IV
	75	5.619	3u	5.65	2			5.6	11	5.6	1u			IV
	50	9.919	4u	9.93	5			9.917	1u	9.98	1u			IV
	5893	—		8.9	1									
	54	4.975	2u	4.96	2			5.0	11	4.8	1u			IV
	4985	—		5.72	1									
	47	7.550	3u	7.52	2			7.52	2u	7.52	1			III
2p ₂ -1.5s	84	4.099	10R	4.08	100R			4.097	10R	4.18	200R	4.07	15	II
2p ₁ -3.5s	02	2.898	4r	2.87	2			2.9	11					III
2p ₁ -2.5s	4999	9.971	8	9.93	10			9.978	8r	0.01	100r	9.97	8	IV
	77	7.550	3u	7.5	2u			—		7.5	1u			III

1) Hier gibt Saunders noch 5425.55 = 2p₂-4d₁.

		Schmitz Bogen		Exner und Haschek Bogen		Saunders Bogen		Schmitz Funko		Exner und Haschek Funko		Eder u. Valenta Funko		Klasse
		105		100		143		100		100		188		
		4907		7.6	1u									III
		4739		9.3	1u									III
		31		1.8	1u									III?
3D-4P		26	0.455	8r	6.50	10	6.46	0.463	3	0.45	5	0.43	2	II
		24	4.742	3	4.78	1				4.79	1			III
2p ₂ -3.5a		00	0.446	6r	0.49	3	0.45	0.444	1u	0.50	1			III
		4691	1.630	7R	1.67	8		1.629	5	1.62	4	1.60	2	II
		73	3.021	7v	3.57	3		3.027	1u	3.58	2			II
		62		2.8	1u									IV?
		51		1.8	1u									IV?
		42	2.038	2r	2.3	1u								IV?
		36	6.333	3r	6.5	1u								
2p ₁ -3.5a		28	8.330	5v	8.27	3		8.30	1U	8.22	1u			III
		19	9.978	5r	9.91	3	9.98	9.9	1U	9.97	1			III
		05	5.012	3v	4.92	1				4.9	1u			IIIA
		4599	9.751	6R	9.79	8		9.748	2r	9.74	2			III
		91	1.825	3v	1.74	2		1.7	1U	1.8	1u			III
		89	9.702	3v	9.65	2				9.7	1u			IIIA
		79	9.907	8R	9.94	15		9.907	6r	9.91	10	9.70	4	II
2p ₁ -1.6c		73	3.881	6R	3.84	10		3.882	4r	3.84	5	4.01	3	II
2p ₂ -2.6c		74	4.038	10R	4.03	1000R		4.038	10R	4.03	1000R	4.03	100	II
		24	4.946	8	5.02	10		4.945	7r	5.03	50r			V
		23	3.247	8r	3.31	10		3.242	3r	3.25	2	3.14	10	II
		05	5.936	8	5.96	10		5.936	6	5.92	5			II
2p ₁ -5d ₁		4493	3.641	5v	3.62	5v	3.66	3.6	1U	3.57	2u			III
2p ₁ -5d ₁		88	8.978	7v	8.93	8v	9.00	8.971	1U	8.97	2v			III
		67	7.129	3	7.13	3		7.1	1U	7.17	1			III
		31	1.914	7	1.93	10		1.914	6	1.96	8			II
		13	3.879	3	3.72	2				3.80	1			III
		06	6.846	4r	6.90	5		6.848	1U	6.86	1			III
		02	2.550	8	2.63	20		2.557	6r	2.53	10			II
		4359	9.554	8	9.59	2		9.557	1U	9.63?	1			III
		50	0.375	8	0.43	15		0.375	5r	0.53	5r			II
2p ₂ -5d ₁		32	2.919	4v	2.81	3	2.90	2.90	1U	2.6	1u			III
		25	5.152	3	5.18	3		5.152	1u	5.22	1			III
2p ₂ -5d ₁		23	3.004	4v	2.89	3v	3.03	3.0	1U	2.8	1u			III
		05								5.29	1			
		4291	1.105	4	1.17	5		1.165	2	1.19	2			III
3d ₁ -4P		83	3.111	8	3.15	20		3.115	8r	3.23	20r			II
2p ₁ -5d ₁		61	4.396	4v	4.29	2	4.43	4.393	1u	4.3	1u			IIIA
		42	2.619	4r	2.64	4		2.6	2u	2.7	2u			III
2p ₁ -4.5a		39	9.576	3r	9.69	2	9.56	9.6	2u	9.8	1u			III
		23	3.957	3	4.04	5		3.959	1u	3.99	1			III
		4179	9.372	2r	9.42	1								IIIA
2p ₁ -4D ₂		66	6.017	5r	6.01	10r		6.049	7r	6.13	100r			V
		32	2.444	5	2.43	5		2.444	3					I
2p ₁ -4D ₁		30	0.683	8R	0.68	100		0.683	8r	0.76	800R			V

1) Hier mit King (134) noch 4699.108 (15U).

2) Vahle (132) 4554.037, Hampe 598.

(K)

Barium

	Schultz Hogen		Exner u Haashek Hogen		King	Saunders Hogen	Schultz Funke	Exner u Haashek Funke	Klassen		
	(10)		(10)		(13)	(13)	(10)	(10)			
	4100	9.844	2u	0.20	1				III		
2p ₁ -4d ₈	4087	7.871	11'	7.4	1u	7.31			III A		
	85	5.822	11'						III		
2p ₁ -8d ₁	84	4.802	11'	4.8	1u	4.87					
8D-6J/P	81	1.347	2r	0.0	1u				III		
2p ₁ -4d ₈	80			6.40	1r	6.30			IV		
8d ₁ -4J/p ₁	3907			7.00	1	7.02			III		
8d ₁ -4J/p ₁	85	5.803	4	5.70	5	5.60	5.604	81	5.70	2	III
8d ₁ -4J/p ₁	83	5.805	81	5.40	(u)	5.40	5.395	7r	5.40	20	II
	82			2.91	1						III
2p ₁ -5d ₈	75	5.802	11'	5.4	1u	5.32					III
2p ₁ -8d ₁	47	7.475	11'	7.3	1u	7.51					III
2p ₁ -8d ₂	45	5.178	11'	5.1	1u	5.61					III
8d ₂ -4J/p ₁	37	7.878	3	7.88	8	7.88	7.876	3	7.80	2	III
8d ₂ -4J/p ₁	35	5.715	7r	5.76	80	5.72	5.715	6r	5.85	10r	II
	26							6.83	2		
	17			7.23	8						III
8d ₁ -4J/p ₁	00	9.922	6r	9.88	80r	9.92	9.922	6r	0.00	10r	II
8D-6J	08			6.00	1	5.98					III
	00			0.41	1						III
2p ₁ -7d ₂	8888					8.88					
2p ₁ -7d ₁	94					4.84					
2p ₁ -4d ₂	92	2.058	2u	2.75	10r				2.27	8008	III
	91	1.788	8r	1.75	80		1.784	8r			V
2p ₁ -8d ₁	90					0.67					
2p ₁ -8d ₂	89	9.814	4	9.88	8		9.818	8	9.37	2	II
	81	1.905	2u	1.82	8						III
2p ₁ -5d ₈	41										
2p ₁ -5d ₈	28					8.08					
8D-6J/P	2794	4.771	5v	4.75	2						III
2p ₁ -8d ₂	89					9.72					
2p ₁ -8d ₁	88					8.18					
2p ₁ -5d ₈	87					7.23					
2p ₁ -7d ₃	71					1.03					
2p ₁ -7d ₂	69					9.48					
2p ₁ -9d ₂	21					1.17					
2p ₁ -9d ₁	20					0.85					
2p ₁ -7d ₁	19					9.02					
2p ₁ -5d ₈	04										
	01	1.715	2u	1.75	1						III
8D-6J	8888	8.473	3r	8.0	2r	8.35	8.473	3r			III
	75	5.968	1U	5.80	1						III
2p ₁ -8d ₁	67					7.03					
2p ₁ -8d ₂	67					7.60					
	64	4.595	1u	4.67	1						III
	52	2.523	4	2.65	3				2.5	1u	III
	49								0.25	1	
	40	0.391	3	0.41	3						III
	39					9.715	2				III
	35	6.945	3r	7.0	2u	6.832	40				III

	Schmitz Bogen		Exner u. Haschek Bogen		King		Saunders Bogen		Schmitz Funke		Exner u. Haschek Funke		Klasse
	[105]		[100]		134		143		[105]		[100]		
	3080	0.650	7r	0.702	10	0.641	40		0.7	1U	0.68	2	III
	11	1.002	3r	1.05	3r	0.957	15u						III
2p ₂ - 9d ₂	(8)							3.40					
3d ₃ -5f	3090	0.420	4	0.47	3	0.386	15	0.40	0.42	1U	0.5	1	III
3d ₃ -5f/p ₁	98							6.33					
	93			3.5	1u								
	93	3.202	3r	3.35	1	3.204	15u	3.20					III
3d ₃ -5f/p ₂	80	0.918	1	0.100	1	0.950	3						III A
	84	0.182	3	0.17	3	0.030	10						III
	86	0.520	3	0.54	2	0.505	10		6.0	1U	6.532	1	III
3d ₃ -5f/p ₁	79	0.716	6r	0.76	20r	0.670	80u	0.67			9.79	2	III
	77	0.616	4	0.63	3	0.615	30		7.	1U	7.62	1	III
	76	0.147	3	0.09	2	0.036	10						III
	72												
	66	0.090	3	0.08	2	0.060	10						III
	61	1.061	3	2.04	2	1.042	10						III
	52												
	48												
3d ₃ -5f/p ₃	47	7.767	4u	7.84	3	7.696	20u	7.70					III
3d ₃ -5f/p ₂	44	4.718	6r	4.85	20r	4.603	80u	4.66					III
	31			1.8	2u	1.845	30u				4.8	1u	III
	29	0.496	3	0.49	3	0.480	15						III
3d ₃ -5f/p ₁	25	5.025	6r	5.15	20r	4.975	80u	4.97					III
1.58-2f	01	1.107	8R	1.16	50	1.115	200R	1.12	1.12	5U	5.1	1u	II
	3464	4.233	9R	4.5	1u	3.741	U				1.11	5	III
	27					7.85	3u						III
	26					0.453	4u						III?
3d ₃ -6f/p ₃	21					1.478		1.48					III
3d ₃ -6f/p ₂	21					1.008	100	1.01					III
3d ₃ -6f/p ₁	20	0.406	7r	0.58	8r	0.322		0.32					III
3d ₃ -6f	15					3.835	8u	3.84					III
3d ₃ -6f/p ₃	3377	7.086	7r	7.19	5r	7.391	80	7.39					III
3d ₃ -6f/p ₂	76					6.975		6.98					III
	69										9.71	1	
	68										8.18	3	
3d ₃ -6f/p ₁	56	6.804	6r	7.01	4r	6.804	80U	6.80					III
	49										9.47	1u	
	32										2.1	1u	
3d ₃ -7f/p ₂	23			3.2	2r	3.068	80	3.06					III
3d ₃ -7f/p ₁	22	2.970	4r			2.797		2.80					III
	15	5.803	2u	5.78	1	5.753	8u						III
	3218			3.2	1r								
	86										6.76	1	
	82			2.0	2r								
3d ₃ -7f/p ₃	81	1.785	4r			1.772	70	1.77					III
3d ₃ -7f/p ₂	81					1.508		1.50			1.5	1u	III
	72					2.405	2u						III
	70	0.108	1u	0.16	1	0.115	4u				9.7	1u	III
	66										6.86	1	
3d ₃ -7f/p ₁	62	2.402	3R	2.9	2r	2.336	40	2.30 2.24					III

	Schmitz Hogen			Exner u. Haasehek Hogen		King		Saunders Hogen		Schmitz Funker		Exner u. Haasehek Funker		Klasse
	(100)			(100)		134		143		(100)		(100)		
$Bd_3 - N/p_1$	3261					1301		1306						III
	83			31	1	3087	6u							III
	84											40	1	III
$Bd_2 - N/p_1$	22	2.6	21	20	2r	2441		244						III
$Bd_3 - 9/p_2$	22							220						III
$Bd_2 - 8/p_2$	21					2100		210						III
$Bd_3 - 9/p_1$	21					1020		103						III
$Bd_1 - 8/p_3$	08	3874	1u	44	1r	3701	251	370						III
	3195											610	1	
$Bd_3 - 10/p_2$	03					3007		307						III
$Bd_3 - 10/p_1$	03					3912		391						III
	04			44	1u									
$Bd_2 - 9/p_1$	03					3101	1	310						III
$Bd_2 - 9/p_2$	03					3106		310						III
$Bd_3 - 11/p_2$	73							372						
$Bd_3 - 11/p_1$	73					300		300						III
$Bd_1 - 9/p_1$	05					6000		600						III
	03											320	1	
$Bd_3 - 12/p_2$	04					004		004						III
	05					0010								III
$Bd_2 - 10/p_3$	05					6673		667						III
$Bd_2 - 10/p_2$	05					6301		634						III
	02											203	1	
$Bd_3 - 13/p_2$	45							490						
$Bd_3 - 14/p_2$	87							700						III
$Bd_1 - 10/p_1$	87					7700		770						
$Bd_2 - 11/p_2$	35					672		672						III
	32					2602								III
$Bd_3 - 15/p_2$	30							06						
$Bd_3 - 12/p_2$	21							102						
$Bd_1 - 11/p_3$	19	9.654	3			9.202	31					914	1	III
	17					7.000		7.04						III
	17					7.34								III
$Bd_2 - 13/p_2$	09							001						
	03	0.175	2u	02	1u	0021	10u							III
	03											100	1	
	3000											000	1	
	79									0124	10	0100	2	
1.58-3P	71	1.615	31r	1.600		1.592	1000r	1.60		1.615	01r	1.603	3	III
	43											3.01	1	
	14											4.03	1	
	2002									2.341	10	2.40	1	
	59											0100	1	
	39									0.310	10	0.02	1	
1.58-3/P	2785	0.384	6v	0.36	2			0.36						IV
2P ₁ -3.5C	71	1.354	3	1.36	1					1.412	3r	1.40	3r	
	45											61	1u	
	39	9.243	4	9.25	2									IV
	31											1.45	1	
1.58-4P	02	2.645	6r	2.60	2			2.65		2.649	2u	2.6	1u	IV

		Schmitz Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Saunders Bogen	Schmitz Funke	Exner u. Haschek Funke	Eder Funke	Klasse
		[105]	[100]	[94, 143]	[105]	[100]	[112]	
	2681				1.940 1U	1.93 1		
2 $\frac{3}{2}$ -3.6 $\frac{3}{2}$	47	7.290 4	7.32 2		7.290 4r	7.32 2r		IV
1.68 4.7P	46			6.50				
2 $\frac{3}{2}$ 6D ₂	41	1.390 2	1.45 1		1.390 2r	1.45 1		
2 $\frac{3}{2}$ 6D ₁	31	4.795 5	4.80 1		4.802 7r	4.86 10r		
1.68 6P	2686	6.678 6r	6.78 1	6.68				IV
	92							
	70							
	59				0.584 1U	0.8 1u		
1.68 7P	43			3.2		9.62 2		
	39				0.992 1U	1.06 1		
2 $\frac{3}{2}$ -6D ₂	28				8.505 6r	8.51 5r		
	24				4.113 2	3.91 1		
	20					0.15 1		
	19				9.249 1U			
	10				9.154 1U	0.2 1		
	05				5.080 1U	5.17 1		
1.68 7P	10			0.2				
	2476				6.162 2U	6.83 1		
	73			3.20				
	18					8.12 1		
1.68 8P	2473	3.109 3		3.1	3.109 1u	3.14 1		
	47	7.577 5	7.57 1		7.574 6v	7.62 10	7.57 6	
	36	5.247 6R	5.30 3R		5.246 10R	5.31 20R	5.25 10	
	31				1.125 2u	1.22 2		
	23				3.590 1u	3.61 1		
	08	4.216 6R	4.28 3R		4.212 8R	4.25 15R	4.21 8	
2 $\frac{3}{2}$ -4.5 $\frac{3}{2}$	2296				6.113 1U			
	80				0.757 1u	0.84 1		
	54	4.732 3			4.728 3	4.82 2	4.72 3	
	45	5.613 3			5.613 3	5.69 1	5.61 2	
2 $\frac{3}{2}$ -6D ₂	85			5.50				
2 $\frac{3}{2}$ -6D ₁	82			2.79				
	16	6.577 2						
	14	4.689 2		4.79				
2 $\frac{3}{2}$ -4.5 $\frac{3}{2}$	01			1.07				
2 $\frac{3}{2}$ -6D ₂	2154			4.02				
2 $\frac{3}{2}$ 5.5 $\frac{3}{2}$	2092			2.8				
2 $\frac{3}{2}$ -7D ₁	55			5.0				
2 $\frac{3}{2}$ -7D ₂	1987			7.8				

Lyman		Lyman		Lyman		Lyman	
[101]		[101]		[101]		[101]	
1869	2 5	1674	5 4	1487	0 2	1461	0 2
49	5 2	1592	9 1	85	0 1	1381	1 2
1746	6 1	72	9 2	82	0 1		
1694	8 6	54	5 3	17	1 2		
77	9 3	08	9 4	14	8 3		

1.	Hjalmar [148]	Friman ¹⁾ [128]	Hjalmar [155]	K	Malmer [128]
α_2	2778.00	2770	2770.02	α_2	803
α_1	69.31	2769	69.64	α_1	848
β_4	2549.76	2551	49.76	β_4	848
β_1	62.24	2562	62.24		
β_3	11.00	2513	10.00		
β_2	2309.28	2400	99.28		
γ_1	2236.25	2238	30.60		

Um zu sehen, ob im grünen Bezirk Ba-Linien als Normalen brauchbar seien, untersucht Buchholz [133] die drei Linien 5826, 5971, 5997 bei verschiedener Bogenlänge und Stromstärke, sowie an den Polen; er findet bis auf 0.002 Å stets den gleichen Wert, die Linien zeigen also keinen Poleffekt.

Gramont [90] und Hartley und Moss [103] beschäftigen sich mit den Restlinien. Baxandall [95] findet als enhanced lines: 4934, 4554, 4130, 3892. Eine wesentlich vollständigere Liste könnte man aus obiger Tabelle ablesen. Burns [111] hat gemeint, verschiedene Elemente könnten ihre Wellenlängen beeinflussen. Als Beispiel führt er verschiedene Messungen des Ba an. Die Annahme ist inzwischen als unhaltbar erwiesen.

Nelthorpe [118] verwendet die Methode von Goldstein, im Vakuum Funken durch Salze schlagen zu lassen; er erhält im wesentlichen natürlich nur die Linien, welche im Funkenspektrum stark sind, mit zum Teil erheblich geänderter Intensität. Pollock [100a] vergleicht das Funkenspektrum mit dem Spektrum, das er erhielt, wenn er BaCl₂ in einem Quarzrohre verdampft und kondensierte oder unkondensierte Entladungen durchgehen läßt.

Reichenheim [93] beobachtet Anodenstrahlen; es sind nur wenige Linien sichtbar.

Stark und Wendt [102] setzen das Chlorid dem Stoß auffallender Kanalstrahlen aus. Dann soll sich dicht an der Oberfläche eine leuchtende Schicht bilden, welche einige Linien zeigt, nämlich: 6497, 6141, 6060, 5536, 4934, 4554.

Morton [32] wendet die Methode von Buisson und Fabry an, aus der Grenze des möglichen Gangunterschiedes bei der Erzeugung von Interferenzen Schlüsse auf die Größe der emittierenden Masse zu ziehen, auf die sogenannte Flammenlinie 5335 an. Er schließt, diese Linie werde nicht vom Atom, sondern vom Molekel ausgesendet.

In einer interessanten Abhandlung macht Royds [120] darauf aufmerksam, daß in der ersten Nebenserie der Triplets das erste Glied (5819, 5800, 5777, 5536, 5519, 5424) hinter Linien hat, die unscharf nach Rot sind, während beim zweiten Gliede die Linien unscharf nach violett sind. Bei Ca und Sr ist das erste Glied, da es im Ultrarot liegt, unbekannt; aber das zweite Glied ist bei

1) X Einheiten, Zahlen von Friman um 7 Einheiten verkleinert.

Ca scharf, die folgenden unscharf nach Violett, bei Sr sind alle unscharf nach Violett. Er bespricht Beziehungen zwischen Unschärfe, Druckverschiebung Dichte, - worauf hier nicht eingegangen werden kann

Hase (100) untersucht die Abhängigkeit der Helligkeit der Linie λ 5539 von der Konzentration des Salzgehaltes einer Flamme, findet die Helligkeit oberhalb einer gemessenen Grenze etwa der vierten Wurzel aus der Konzentration proportional, ein sehr fragliches Resultat

Vahle (132) mißt eine Baryumlinie als Verunreinigung im Zirkon mit Williams (122), untersucht den Einfluß von Selbstinduktion und Kapazität an das Funkenspektrum von Ba Lösungen, besonders mit Rücksicht auf die Serienlinien.

Der Bau des Ba-Spektrums ist in neuerer Zeit vielfach untersucht worden. Es wurde schon in Bd. V darauf hingewiesen, daß erst verhältnismäßig spät die mit großer Wahrscheinlichkeit vorauszusagenden Gesetzmäßigkeiten im Ba-Spektrum gefunden wurden. Nachdem Ritz die zweite Nebenserie eines Paarsystems und Saunders zwei Nebenserien eines Tripletsystems und den Anfang einer Serie einfacher Linien gleichzeitig und unabhängig voneinander gefunden hatten, hat Dunz (97) unter Benutzung der Ritzschen Grenze für das Tripletsystem die Terme berechnet und einige Kombinationslinien gefunden. Dann hat Hicks (107) versucht, die Nebenserien mit Hilfe seiner Formel zu berechnen, ist dabei aber auf dieselben Schwierigkeiten gestoßen, die sich auch später bei der Darstellung der Baryumserien durch einfache Serienformeln gezeigt haben. Der von Hicks in (109) und in (125) mit Einführung von 4 N gemachte Versuch, die Serienkonstanten des Ba in einen Zusammenhang mit dem Atomgewicht zu bringen, führt denn auch zu sehr unsicheren Ergebnissen ebenso wie die Rechnung von Paulson (137), der die Ordnungszahlen benutzt. Lorensen (113) hat das Bogenspektrum vom Grün bis zum Rot neu gemessen. Er berechnet mit Hilfe dieser Messungen die erste Tripletsnebenserie neu, findet die zugehörige Bergmannserie, die er nach verschiedenen Formeln berechnet. Endlich stellt er die beiden Nebenserien eines Paarsystems neu auf und berechnet sie mit einer empirischen Formel. Auch Andeutungen einer Bergmannserie von Paaren sowie einer Serie von einfachen Linien werden gegeben. Popow (116) gibt unter gleichzeitiger Untersuchung des Zeemaneffektes an Triplets, die außerhalb der bis dahin bekannten Serienschemata liegen, eine Anzahl von Kombinationstriplets. Unter Heranziehung der neueren Messungen sowie photographischer Platten von King hat dann Saunders (143) die Serienlinien des Baryums völlig neu berechnet. Er konstatiert drei Seriensysteme Tripletsystem, Paarsystem, Einfachsystem, die möglichst sorgfältig berechnet werden. Neben den Systemserien finden sich noch eine Anzahl Kombinationsserien, so daß im ganzen 16 Serien auftreten, davon 6 von Typus III, 8 vom Typus I und außerdem zwei Kombinationsserien verschiedener Systeme unter sich. Eine besondere Studie des Paarsystems scheint noch nicht veröffentlicht zu sein. Sowohl die Bergmannserien wie die ersten Nebenserien zeigen

eine Reihe von Eigentümlichkeiten. Sie sind nicht durch einfache Formeln des gewöhnlichen Typus darstellbar und weisen gewisse Unregelmäßigkeiten im Gange der Intensität auf. Man vergl. auch die Zusammenstellung bei Frommel [151]. — Kossel und Sommerfeld, [140] Sommerfeld [141] und Fues [146] haben dann im Zusammenhang mit dem Kossel-Sommerfeldschen Verschiebungssatze die Aufmerksamkeit auf die Paarserien des Ba gelenkt, die dem ionisierten Metall zugeschrieben werden und in Analogie zu den Paarserien der Alkalien zu stehen scheinen. Schon Hicks [125] hatte gezeigt, daß man für diese Serien zu einem befriedigenden Anschluß der Rechnung gelangt, wenn man $4N$ statt N in die Rydberg-Ritzsche Formel einführt. Die von der Theorie geforderte Verdoppelung der Serienkonstanten bei den Paarserien ist nur annähernd erfüllt. Man findet bei Fues auch eine Zusammenstellung der Serienterme der Erdalkalien und eine Prüfung der Anwendbarkeit der Ritzschen Formel auf sie. Es kann an dieser Stelle nicht näher auf diese Frage eingegangen werden. Die in der Wellenlängentabelle p. 82 gegebene Bezeichnung schließt sich an Saunders an, jedoch mit der üblichen Wahl der Anfangswerte der Laufzahlen. Die Paare und Triplets des Ba zeigen im Magnetfeld keine „verbotenen“ Linien, wie Paschen und Back [156] erwähnen.

Der Bau des Spektrums im Bereiche der Röntgenstrahlen folgt den dort auch bei anderen Elementen geltenden Regeln. Die Zuordnung der einzelnen Linien ist in der Tabelle in der Siegbahn'schen Bezeichnungsweise angegeben. Die Zusammenstellung Siegbahns [128] auf Grund eigener Messungen und der Messungen von Malmer in der K-Reihe [117], Friman [126] in der L-Reihe und Stenström [138] und die Messungen von Hjalmar [148, 155] sind die Grundlage der Tabelle. — Auch die Absorptions-Grenzfrequenzen sind mehrfach gemessen worden, zuerst von Wagner [129] und de Broglie [127], dann von Blake und Duane [131], Siegbahn und Jönsson [139], Duane und Kang-Fu-Hu [142] sowie G. Hertz [145]. Die Zahlen sind: K-Serie Wagner: 3310, de Broglie¹⁾: 3270, Blake and Duane: 3307, Siegbahn und Jönsson: 3306, Duane und Kang-Fu-Hu: 3307. G. Hertz findet die Grenzabsorption in der L-Serie dreifach und zwar mit den Kanten $La_1 = 2.348$, $La_2 = 2.194$, $La_3 = 2.063$.

Endlich lassen sich auch Anregungspotentiale und Ionisationsspannungen berechnen. Franck [150] berechnet für λ 7911 die Anreg. Sp. zu 1.56 V, die Ionisierungsspannung zu 5.19, für $\lambda = 5535$ entsprechend 2.23 und 5.19, beides für die Grenze 1.5 S, Mohler, Foote und Meggers [147] geben ähnliche Zahlen. Mc Lennan und Young [136] finden in einem Kohlebogen mit Bariumoxyd zehn bzw. neun Umkehrungen in den Serien. Die Berechnung ergibt die Seriengrenze und daraus wiederum das Ionisierungspotential, wie oben. Die Beobachtungen von Moore [153] über die Veränderung der Zusammensetzung des Bogenspektrums des Ba mit dem Strom und der Spannung dürften

1. Korrigiert nach Siegbahn und Jönsson.

wohl in diesen Zusammenhang gehören, ebenso wie diejenigen von Christie (152). An dieser Stelle ist auch die Arbeit von Saha (140) zu nennen, die die Ionisierung des Ba-Dampfes in der Sonnenatmosphäre abschätzt und daraus die relative Intensität der Fraunhoferlinien des Ba-Paars bei verschiedenen Temperaturen und in verschiedenen Lichtquellen ableitet. Die Beobachtungen die Oldenberg (108), Kramstyk (123) und Moore (153) über die Verteilung der Bariumlinien an den Polen und in der Mitte eines Bogens anstellen, können nur erwähnt werden. Vielleicht sind auch sie in dem gleichen Zusammenhang zu deuten.

Bandenspektren.

Baryum ist hervorragend reich an verschiedenen Bandenspektren, die vom Metall und den Salzen erzeugt werden. Wie gewöhnlich ist aber der chemische Ursprung der Banden schwer festzustellen, namentlich, ob es sich um Banden des Metalls oder des Oxyds handelt. Im Band V dieses Handbuchs sind Banden des Metalls, des Oxyds, des Chlorids, Bromids, Jodids und Fluorids besprochen worden, und zu den meisten von ihnen sind inzwischen Nachträge geliefert worden.

Metallbanden und Oxydbanden.

Früher waren durch Messungen von Borsch und Olmsted so gedeutet Banden von λ 7101 bis λ 8813 angegeben. Dann hat Harnack (99, 114) sie in der Wasserstofflampe erhalten, aber bis λ 2830 verfolgen können. Er mit folgende nach Rot abschattierte Kanten

3808	3409	3374	3366	2710	2629	2411
3715	3417	3336?	3794	2696	2613	2376
3339	3336	3068	3793	2692	2497	Spuren
3519	3346	3016	3765	2695	2461	bis
3516	3319	2904	3736	2657	2435	2330

In dem Verzeichnis befinden sich drei Lücken, wo die Wasserdampfbanden α , β , γ liegen.

Eder und Valenta (98) nennen das Spektrum in ihrem Atlas ein Oxyd spektrum und geben folgende Kanten, die zum Teil erheblich von den alten Angaben von Borsch und Olmsted abweichen

6782	6791	6040	5526	5097	4990—50	4692	4526	4261	3640
6742	6238?	5997	5570	5081	4931	4699	4514	4151	3621
6632	6225	5964	5493	5010	4799	4640	4496	4131	3600
6606	6210	5940	5469	4999	4782	4624	4474	4102	3501
6586	6180	5908	5500	4987	4771	4609	4454	3996	3470
6528	6164	5781	5215	4936	4743	4600	4426	3974	3396
6499	6111	5701	5212	4924	4739	4599	4403	3959	3346
6422	6109	5644	5172	4906	4725	4564	4346	3736	
6342	6063	5601	5095		4711	4539	4339	3715	

Auch Harnack (114) spricht sich für die Zugehörigkeit zum Oxyd aus, da sie in Wasserstoffatmosphäre verschwinden.

Lecoq de Boisbaudran [86] will dagegen ihre Zugehörigkeit zum Metall erweisen durch zahlenmäßige Beziehungen zu der Hauptflammenlinie 5534; die Rechnung ist so unsinnig, daß ich sie nicht anführe. George [110] findet im Bogen mit Ba Fl_2 eine Bandengruppe zwischen 6909.5 und 7481.0, die der ganzen Struktur nach nicht zu den Fluoridbanden gehört, aber große Ähnlichkeit mit Olmsted's Oxydbanden im sichtbaren Spektrum hat. Er rechnet sie also zum Oxyd. Die Banden sind nach Rot abgeschattiert, haben jede zwei, um 3 bis 4 Å entfernte Kanten. Diese sind:

6909.5	6966.4	7116.0	7359.3	7404.2
12.2	58.8	19.3	63.4	68.3
6932.6	6979.6	7139.8	7381.7	7426.6
35.4	82.3	42.0	83.9	31.0

Endlich findet George noch im Ultrarot eine große Gruppe unaufgelöster nach Rot verlaufender Banden, deren Ursprung unbekannt ist. Die Zahlen für die 33 Kanten zwischen λ 7872 und λ 8224 sehe man in der Arbeit. Auch Meyer [130] erhielt ein Band bei etwa λ 8000.

Chloridbanden.

Zu diesen Banden hat Harnack [90] einen Beitrag geliefert. Er verdampft das Chlorid in einer Wasserstoff-Chlorflamme. In dieser fehlen die sogenannten Metall- und Oxydbanden, während die Chloridbanden deutlich hervortreten. Zu den bekannten im sichtbaren Spektrum kommen aber hier noch eine Reihe Banden im Ultraviolett. Harnack mißt sie zu

3968, 3922, 3873, 3823, 3774, 3726, 3691, 3666, 3647, 3604.

Alle sind nach Violett abgeschattiert. Es sind dieselben Banden, die früher King [58] im elektrischen Ofen erhalten hatte.

Daß Dufour an den Chloridbanden teils normalen, teils anomalen Zeeman-effekt gefunden hat, ist schon im Band V angegeben. Man sehe dazu noch [85, 96].

Eder und Valenta [98] geben als Kanten: 5314, 5242, 5172, 5136, vielleicht auch 5356, 5940, 5742, 5135, 4924.

Bromid- und Jodidbanden.

Zu dem Wenigen, was über diese Banden bekannt war, ist nur hinzuzufügen, daß Eder und Valenta [98] für das Bromid als Kanten 5360 und 5208 angeben, in Übereinstimmung mit Börsch. Olmsted hatte eine Reihe von Banden in Ultraviolett dem Bromid zugeschrieben, die inzwischen durch Harnack als sicher zum Chlorid gehörig erkannt sind. Siehe oben. — Für das Jodid geben Eder und Valenta eine Kante bei 5610, die auch Olmsted als stärkste gefunden hatte.

Fluoridbanden.

Dieses äußerst reiche und interessante Bandenspektrum ist am besten bekannt unter den Baryum-Haloidverbindungen, freilich nur in bezug auf die

Kanten, da zur Auflösung in Linienserien viel größere Dispersion nötig wäre als sie die größten Rowlandgitter liefern. Zu den früheren Messungen durch Fabry und Rösch ist eine besonders sorgfältige durch George¹⁾ hinzu gekommen, dessen Zahlen hier gegeben seien.

Fluoridbanden nach George¹⁾

Gruppe A	56.987	Gruppe C	12 27.1	40 748	20 051
3887.826	57.546	4992 146	14 090	51 432	20 060
38.812	58.974	54 096	17 053	53 022	22 470
40.141	60.400	57 791	20 243	54 516	24 024
41.405	61.780	6000 479	22 765	55 987	25 508
42.594	63.071	63 129	25 219	57 433	26 989
43.870	64.624	65 705	27 608	58 845	28 385
44.892	65 220	68 168	29 935	60 288	29 800
45.694	66 142	70 602	32 194	61 757	31 224
46.407	67.127	72 859	34 371		32 752
47.315	68.77		36 580	Gruppe D	32 680
	69.46	Gruppe C'	38 802	6119 157	33 549
Gruppe B	70.04		40 901		35 919
4960.802	70.70	6000.062	42 669	21 296	
52.812	71.18	61 671	44 437	23 342	
54.331	71.70	63 618	46 275	25 386	
		65 495	48 088	27 255	

George führt noch drei weitere Kantenserien an, allein sie gehören zu CaF_2 , worauf Datta¹⁾ hingewiesen hat; dieser sucht auch Beziehungen zwischen den Konstanten der berechneten Serienformeln und den Molekulargewichten aufzustellen.

Daß auch an diesen Banden durch Dufour der Zeemaneffekt beobachtet ist, ist im Band V angegeben. Aber auch eine Druckverschiebung zeigen sie. Rossi [89] gibt an, daß die Banden 4950 und 5000 sich pro Atmosphäre Druck um etwa 0.01 Å verschieben, 4992 um 0.015 Å. Bei 5 Atm. Druck war 4950 stark umgekehrt, 5000 schwach, 4992 gar nicht.

¹⁾ B. Datta, On the spectra of the alkaline earth fluorides and their relation to one other. Proc. Roy. Soc. A. 99 p. 436-465 1921.

BERYLLIUM ($\text{Be} = 9.1, Z = 4$).

Literatur.

- [21] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—513 (1910).
- [22] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.
- [23] Lecoq de Boisbaudran et A. de Gramont, Sur le spectre du glucinium et sur ses bandes, dans diverses sources lumineuses. C. R. 153 p. 318—321 (1911.)
- [24] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911.
- [25] F. Exner und E. Haasehek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 u. 1912.
- [26] N. Bohr, On the constitution of atoms and molecules. Part III. — Systems containing only a simple nucleus. Phil. Mag. 6) 26 p. 476—502 (1913).
- [27] S. Popow, Über die Serienvertreter des ultravioletten Spektrums des Berylliums. Verh. d. Schweiz. Naturf. Ges. Frauenfeld 1913. II. Teil p. 160.
- [28] Theo Volk, Wellenlängennormalen im Ultrarot... Dissert. Tübingen 1914. Dresden bei Teubner, 17 pp.
- [29] S. Popow, Zur Prestonschen Regel. Physik. Zs. 15 p. 766—761 (1914).
- [30] L. C. Glaser, Beiträge zur Kenntnis des Spektrums des Berylliums. Berlin 1916, Verlag von Glasers Annalen. 39 pp.
- [31] W. F. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5000 Å to 9000 Å. Re. Pap. Bur. of Stand. No. 812, Vol. 14 p. 371—395 (1918).
- [32] F. Frommel, Ergebnisse der Serienforschung. Diss. Tübingen 1921 (Manuskript).
- [33] S. Datta, On the spectra of the alkaline earth fluorides and their relation to each other. Proc. Roy. Soc. A 99 p. 436—455 (1921).
- [34] R. A. Millikan, The further extension of the ultra-violet spectrum and the progression with atomic number of the spectra of light elements. Proc. Nat. Acad. 7 p. 283—294 (1921).

Eder und Valenta [21] finden, daß das Bogenspektrum des Be zwischen λ 540 und λ 700 keine einzige Linie besitzt, und Meggers [31] sagt dasselbe für das Gebiet 2 560 bis 2 900. Desto auffallender ist, daß Volk [28] oberhalb 1μ zahlreiche Linien findet, die er mit Gitter und Bolometer mißt. Die Wellenlängen sind in Å.

29109.9 (M)	17571.2 16	15012.9 (M)	12328.5 40
29096.7 20	16794.4 20	15008.0 (M)	12140.9 70
22229.1 20	15051.4 40	14904.8 80	10874.4 40
21897.4 20 d	15389.7 60	13227.0 80	10282.5 50
21630.4 (M)	15398.8	12355.8 60	

Die Fehlergrenze soll 2 bis 3 Å betragen.

Glaser [30] findet nicht die von Rowland und Tatnall [9] gegebenen Linien: 3367, 2986.57, 2986.17, 28987, 21757, will sie also streichen. Raxan [22] findet die Linie 4572 nur in Funken, betrachtet sie also als enhanced line; dagegen ist sie nach Exner und Haschek [25] im Bogen stärker, als im Funken, und auch nach Rowland und Tatnall eine der stärksten Bogenlinien. Exner und Haschek finden im Funken eine neue Linie: 46720 \AA (korrigiert).

Popow [29] mißt das Paar im Natriumbogen relativ zu Rowlandschen Sonnennormalen bei λ 3131 neu und findet die Rowlandschen Werte. Er studiert daran den Zeemaneffekt.

Es folgt die kleine Tabelle des Berylliumspektrums. Die erste Linie ist Neumessung von Exner und Haschek, die anderen von Rowland und Tatnall, alles reduziert auf L. A. — Eder und Valenta [24] bringen Aufnahmen aus Funken- und Bogenspektren.

4672	9	1u	3131	00	00	2404	87	40
4572	89	45	30	42	00	94	44	40
3321	35	45	2050	94	45	2800	78	0
21	08	45	50	31	45	48	62	30100

Bohr [26] macht theoretische Betrachtungen über den Atombau.

Größer sind die Fortschritte in der Kenntnis des Bandenspektrums. Es sind jetzt vier Kantengruppen bekannt. Die Einzelbanden, wie die Bandengruppen sind noch rot abschattiert. Bisher waren nur vier Kanten der stärksten Gruppe durch Hartley und Ramage [14] bekannt. Inzwischen haben Lecoq und Gramont [22] zwei weitere Bandengruppen gemessen, und Glaser [30] fügt eine vierte hinzu. Auch Exner und Haschek [25] haben die beiden stärksten Kanten gemessen.

Glaser [28]	Lecoq und Gramont [22]	Glaser [28]	Lecoq und Gramont [22]	Exner und Haschek [25]	Hartley u Ramage [14]
5445.9	—	4704.67	4704.8	10	4704
62.7	—	32.08	33.2	0	4735
77.0	—	54.46	55.8	5	4756
88.1	—	75.37	76.8	5	4780
		95.24	96.0	8	
5054.10	5056.2	4818.04	4818.1	1	
75.21	77.3	27.85	28.8	0.5	
94.64	96.7				
5111.97	5114.0	4427.34	4427.8	5	
27.35	29.8	51.79	52.0	5	
40.58	43.8	74.79	74.9	5	
51.45	—	98.47	97.0	4	
		4515.25	17.2	3	
		30.66	36.1	1.5	
			58.8	0.5	

Die vorstehende Tabelle enthält die Messungen, wobei ich Lecoq und Gramont, sowie Exner und Haschek auf L. A. korrigiert habe.

Bei der stärksten Bande 4708 hat Glaser auf die einzelnen Linien gemessen, und findet, daß von der Kante 4 Linienserien ausgehen.

Der Bau des Spektrums ist noch recht unbekannt, das Paar 3131/30 scheint den Anfang einer Serie zu bilden, die vielleicht den Typus $1.5s - mp$ hat. Hierzu paßt das magnetische Verhalten, während Rydberg seinerzeit in den beiden Linien den Anfang einer Triplet-Nebenserie vermutete. Wie Popow [27] (vgl. auch [32]) zeigt, ist die Linie 2348.698 wahrscheinlich die Grundlinie einer Haupt- und zweiten Nebenserie einfacher Linien. Die Gruppe 3321.487 und 3331.219 soll dem ersten Gliede der Haupt-, bzw. zweiten Nebenserie eines Triplet-Systems entsprechen. Zu diesem System sollen auch die Linien 2404.960 und 2304.532 gehören und in Wahrheit ein Triplet bilden. Endlich ist die Linie 2050 nicht einfach, sondern fünffach, sie entsteht durch die Superposition eines Dublets mit einem Triplet. Diese Schlüsse stützen sich in erster Linie auf das Verhalten im Magnetfeld (siehe auch [29]). Die engen Paare des Be bieten interessante Beispiele für den Paschen-Back-Effekt.

Datta [33] gibt an, er habe ein Bandenspektrum von der Fluor-Verbindung des Be erhalten, teilt aber nichts Näheres mit.

Nachtrag während des Druckes. Wie Millikan ausführt [34] ist das Dublet 3130/31 vermutlich das Röntgendublet L_{α} . Zwischen 230 und 2100 Å hat Be keine Linien.

WISMUT ($\text{Bi} = 208.0$, $Z = 83$).

Literatur.

- [58] T. Royds, The constitution of the electric spark. Phil. Trans. A. 208 p. 833 bis 847 (1908).
- [59] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 511—524 (1909).
- [60] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).
- [61] D. Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1909. 39 pp.
- [62] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—513 (1910).
- [63] H. Rausch von Traubenberg, Über das Auftreten gekrümmter Spektrallinien im Funkenspektrum des Wismut. Physik. Zs. 11 p. 105—106 1910.
- [64] T. Royds, Further experiments on the constitution of the electric spark. Phil. Mag. (6) 19 p. 285—290 (1910).
- [65] H. Lunelund, Über die Struktur einiger Spektrallinien und ihren Zeemaneffekt in schwachen Magnetfeldern. Ann. d. Phys. (4) 34 p. 505—542 1911.
- [66] J. Meunier, Sur les spectres de combustion des hydrocarbures et de différents métaux. C. R. 152 p. 1760—1762 (1911).
- [67] H. M. Randall, Some infra-red spectra. Astrophys. J. 34 p. 1—20 1911.
- [68] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911. 168 Tafeln mit erläuterndem Text.
- [69] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. Part 1. — Proc. Roy. Dublin Soc. (2) 13 p. 202—218 1912.
- [70] Ch. Wall-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912.
- [71] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements. . . Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).
- [72] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektren. Ann. d. Phys. 4 39 p. 63—79 (1912).
- [73] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1911 und 1912.
- [74] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. 154 p. 872—874 1912.
- [75] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum von Metallen nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 IIa p. 607—633 (1913).
- [76] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektren verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 269—312 (1913).
- [77] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles de quelques éléments. C. R. 155 p. 1416—1419 (1914).
- [78] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du brome au bismuth. C. R. 158 p. 81—90 (1916).
- [79] E. Friman, Die Hochfrequenzspektren der Elemente. Diss. Lund 1916.
- [80] M. Siegbahn und E. Friman, Über die Hochfrequenzspektren der Elemente von Gold bis Uran. Physik. Zs. 17 p. 17—18 (1916).
- [81] M. Siegbahn und E. Friman, On the high-frequency spectra (L-series) of the elements tantalum-uranium. Phil. Mag. (6) 32 p. 39—49 (1916). Ann. d. Phys. (4), 49 p. 616—624 (1916).

- [84] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioakt.* 13 p. 296—341 1916.
- [85] F. Wagner, Röntgenspektroskopie. *Phys. Zs.* 18 p. 405—419, 432, 460, 488 (1917).
- [86] K. Schäfer und F. Hein, Optische Untersuchungen über die Konstitution der Wismutverbindungen. *Zs. f. anorg. Chem.* 100 p. 249—303 (1917).
- [87] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 57 p. 347—375 (1918).
- [88] Lester Aronberg, The structure of the bismuth line 4722. *Astrophys. J.* 47 p. 102—103 1918.
- [89] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. 72 pp. *Diss. Lund* 1919.
- [90] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen besonders bei den seltenen Erden. *Phys. Zs.* 20 p. 254—258 (1919).
- [91] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. *Diss. Münster* 1919 Manuskript.
- [92] J. C. Karcher, Wave-length measurements in the M-series of the high frequency spectra. *Phys. Rev.* 15 p. 285—288 (1920).
- [93] W. Duane and R. A. Patterson, Characteristic absorption of X-rays. L-series. *Proc. Nat. Acad.* 6 p. 509—518 (1920).
- [94] W. Duane, H. Fricke and W. Stenström, The absorption of X-rays by chemical elements of high atomic numbers. *Proc. Nat. Acad.* 6 p. 607—612 (1920).
- [95] L. D. Webster, The intensities of X-rays in L-series. *Proc. Nat. Acad.* 6 p. 26—35 (1920).
- [96] Jos. Offermann, Das Bogen- und Funkenspektrum des Wismut. *Diss. Bonn* 1920.
- [97] F. M. Walters, Wave length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. *Sc. Pap. Bur. Stand.* No. 411 (1921).
- [98] D. Coster, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der schweren Elemente. *Zs. f. Phys.* 4 p. 178—188 (1921).
- [99] H. Nagakura and Y. Sugiyama, The structure of the bismuth lines. *Astrophys. J.* 53 p. 339—340 (1921).
- [100] D. Coster, Sur la structure fine des séries des rayons X. *C. R.* 173 p. 77—79 (1921).
- [101] D. Coster, Zur Systematik der Röntgenstrahlen. *Zs. f. Phys.* 6 p. 185—203 (1921).

Linienpektrum.

Zu dem Bogenspektrum des Bi sind eine Reihe wichtiger Beiträge zu verzeichnen. Im Ultrarot hat Randall [69] Messungen mit Gitter und Thermosäule bis zu λ 2.2 μ ausgeführt, deren Fehlergrenze etwa 1—3 Å. beträgt. Sehr viel ungenauer sind Messungen von Lehmann [74], der die phosphoro-photo-graphische Methode benutzt, λ 1.4 μ erreicht. Dagegen dürfte die Fehlergrenze von Walters [97] Angaben wohl wenige hundertstel Å nicht überschreiten; die Zahlen sind photographisch mit Gitter gewonnen. Freilich gehen sie auch nur bis 0.96 μ . Die Messungen von Randall und Lehmann beziehen sich auf die Rowlandsche Skala, sind nicht von mir korrigiert.

Für den sichtbaren Teil des Bogen- und Funkenspektrums liegen neue Messungen von Eder und Valenta [59, 60, 64] und Exner und Haschek [75] vor. Sie sind nach den Rowlandschen Normalen gemessen, zwar von mir auf I. Å. korrigiert, aber jedenfalls durch die Fehler der alten Skala verzerrt.

Für die kürzesten Wellen ist eine Messungsreihe von Eder und Valenta [70] und von Eder [77] vorhanden, letztere nach I. Å., und L. und E. Bloch [79]

haben zwei Linien gefunden. Endlich ist eine neue Messung des Bogen- und Funkspektrums durch Offermann [96] in Bonn ausgeführt worden.

Alle diese Messungen sind in der folgenden Tabelle vereinigt. Die Messungen von Exner und Haschek [75] sind nur bis λ 3695 aufgenommen, da sie ja schon in Band V veröffentlicht sind, und die neueren Messungen von Offermann sie besser ersetzen.

Randall Bogen [69]	Lehmann Bogen [78]	Walters Bogen [82]	Randall Bogen [69]	Lehmann Bogen [78]	Walters Bogen [82]
22554.2 7			8910.0 10	—	8907.81 2
14831.5 25	14860. 3u		8761.8 10	8768.8 8	8761.54 3
12690.5 30	12635. 2		—	—	8764.88 2
—	12838.2 4		8628.5 10	8621.4 4 U	8627.9 1 U
12166.5 40	12186.0 3		—	—	8579.74 1
11994.5 13	11958.6 4		—	—	8544.54 2
11711.1 100	11673.7 2		—	8508.8 4u	8501.8 1 U
11555.5 5	—		—	8448.2 4	—
11073.2 15	—		—	8205.5 4	8210.83 16
10540.2 8	—		—	—	7840.83 2
10801.7 15	—		7841.1 7	—	7834.70 3
10106.1 20	—		—	—	7502.34 2
9828.8 20	—		—	—	7441.25 1u
9657.7 300	9646.9 1	9657.20 2	—	—	7335.01 1
9348.6 40	9348.1 3	9342.60 1u	—	—	7036.15 2
9059.5 15	9054.4 3	9053.82 1	—	—	6991.12 4u

Walters Bogen [82]	Offer- mann Bogen [96]	Exner u. Haschek Bogen [75]	Eder u. Valenta Bogen [84]	Offer- mann Funke [96]	Eder u. Valenta Funke [89]	Exner u. Haschek Funke [75]
6809 —	—	—	—	089 7	8.78 8	—
6800 —	—	—	—	067 7	9.97 8	—
6577 —	—	—	—	62 1u	43 1	—
6497 —	—	—	—	651 3	46 5	—
76 24 3	—	—	03 3u	—	—	—
75 73 3	—	—	—	—	—	—
6379 —	—	—	—	—	95 2	—
64 75 1u	—	—	—	—	—	—
6287 —	—	—	—	—	19 1	—
6184 99 2 U	—	—	85 1u	—	—	—
34 82 6	860 2	5.0 1u	87 8	—	67 1	—
28 —	—	—	—	115 8	09 4	—
6058 —	—	—	—	963 4	89 2	—
58 —	—	—	—	14 1u	12 2	—
85 —	—	—	—	55 1u	50 2	—
5980 —	—	—	—	—	50 1	—
78 —	—	—	—	01 0	2.98 1	—
5861 —	—	—	—	155 8	12 4	—
19 —	—	—	—	11 1u	—	—
5742 55 6	585 2r	53 1u	55 6u	—	—	—
19 —	—	—	—	21 1u	18 1	7 1

	Walters Bogen[82]	Offer- mann Bogen[96]	Exner u. Haschek Bogen[75]	Eder u. Valenta Bogen[64]	Offer- mann Funke[96]	Eder u. Valenta Funke[60]	Exner u. Haschek Funke[75]
5718	81 2	—	—	—	—	—	6 1
18	—	—	—	—	357 1	—	—
5656	—	—	—	—	42 3u	—	8 1u
5699	41 8	—	—	40 3u	—	—	—
52	35 10	234 7r	30 4r	21 10	24 3u	21 3	—
08	—	—	—	9 1u	—	—	—
5446	—	—	—	6 1u	—	—	—
50	—	—	—	—	8 0	—	—
5397	—	—	—	—	5 0	78 1	—
5297	—	838 1u	6 1u	—	—	—	—
71	—	—	—	—	—	—	0 2
70	—	—	—	—	68 1	45 8	4 0
70	—	—	—	—	—	—	0 2
09	—	—	3 1u	—	29 8u	28 20	28 30
02	—	—	—	—	01 1u	1.87 2u	3 2u
5144	—	—	—	—	484 5	58 6	5 20
24	—	—	—	—	027 4	21 4	3 10
5091	—	—	—	—	293 1	—	—
79	—	—	—	—	503 1	49 2	4 3
4993	—	—	—	—	02 1u	—	4 2
07	—	—	—	—	98 2u	54 1	8 1u
4797	—	—	—	—	57 2u	61 1	42 10
52	—	—	—	—	2 0	02 1	1 2u
50	—	—	—	—	—	—	6 2u
33	—	776 2r	8 2u	—	—	—	—
29	—	—	—	—	83 2u	97 4	0.0 2u
22	—	881 10	65 2	—	822 5	—	68 20
22	—	542 10	43 20	—	535 4	54 8	43 20
22	—	190 10	—	—	143 5	—	—
05	—	—	—	—	35 1	14 3	3 3u
4692	—	32 1u	32 1	—	—	—	—
15	—	589 1	51 1	—	—	—	—
15	—	158 1	12 1	—	—	—	—
4561	—	—	—	—	102 4	11 8	15 50
C 4492	—	970 1	3.01 2	—	98 0	—	98 1
C 92	—	605 1	63 2	—	6 0	—	63 1
77	—	—	—	—	12 1u	10 2	1 2u
47	—	—	—	—	—	18 1	—
4391	—	—	—	—	61 1u	58 2	5 2u
40	—	—	—	—	59 4u	72 4	5 5u
24	—	—	—	—	71 4u	8 1	6 5u
C 08	—	592 4	59 5	—	536 1	44 1	58 3
C 08	—	173 4	24 3	—	178 1	—	24 3
02	—	—	—	—	136 5	15 15	09 50u
4275	—	—	—	—	—	—	1 1u
72	—	—	—	—	49 2u	—	4 5r
59	—	—	—	—	62 10u	—	69 100u
54	—	152 1	30 2	—	152 1	—	2 1u
20	—	—	49 1	—	—	—	49 1
C 4121	—	843 5	95 20	—	851 2	—	98 6
C 21	—	518 5	71 20	—	525 2	—	60 5

	Offermann	Exner und	Offermann	Exner und
	Bogen [96]	Haschek	Funke [96]	Haschek
		Bogen [75]		Funke [75]
	4079	—	207 5	25 30
	8912	895 1	—	—
C	8888	224 2	23 0	24 1
C	8887	935 2	94 0	95 1
	64	—	2 2u	2 10u
	49	—	01 0	0 1u
	46	—	024 1u	0 2u
	16	—	198 2	1 4u
	11	—	14 1	2 2u
	3792	—	98 5u	8 50u
	75	745T1? 1	—	—
	56	—	41 1	3 2u
	3695	—	523 5	55 50
	54	—	41 1u	—
	13	—	817 1r	—
C	8596	108 8R	12 4u	—
	41	—	36 2u	—
	27	—	9 1u	—
C	8510	853 6R	802 5	—
	8485	—	80 2u	—
	78	—	721 1	—
	51	—	052 2	—
	30	—	98 2u	—
C	05	234 2R	23 1u	—
C	8897	208 5R	215 2	—
	93	—	580 1R	—
	8299	—	67 1u	—
	95	—	91 1u	—
	3169	—	8 0	—
	15	—	423 1	—
	11	—	88 1u	—
C	8076	672 3	675 2	—
	67	732 9R	726 6R	—
	89	—	71 1u	—
	89	—	12 1u	—
	34	908 8r	902 1	—
	24	646 8R	639 4R	—
	2993	344 9R	845 4	—
C	89	045 9R	036 5R	—
	44	28 0	—	—
C	38	310 10R	303 8R	—
C	2897	932 10R	989 5R	—
	92	905 1u	—	—
	83	81 1u	—	—
C	63	754 3	—	—
	55	—	674 4	—
	47	—	58 1u	—
C	09	625 8R	684 2	—
	03	—	653 2	—
	08	—	435 2	—
	2798	698 2	70 1u	—

		Offermann	Offermann	Eder	Eder und
		Bogen [96]	Funke [96]	Funke [77]	Valenta
				Funke [70]	
C	2740	528 7 R	521 4		
	46	—	42 1 u		
C	30	505 5 R	50 2 R		
	13	—	92 1 u		
	2696	763 6 R	765 4 R		
	53	—	1 0		
C	27	928 8 R	938 4		
	18	—	715 1		
	00	61 0	—		
	2504	028 1	—		
	82	148 1	15 1 u		
	44	—	41 0		
	32	5 2 U	—		
C	24	520 7 R	515 2		
	15	646 6 R	643 1		
	2499	205 2	—		
	89	4 5 U	4 1 u		
	48	057 4	—		
	46	—	174 1		
	33	4 3 U	—		
C	30	454 2 u	—		
	14	—	745 4		
	00	62 2 u	—		
	00	846 8 R	892 7	90 10	
	2349	174 1	—	—	
	68	—	545 2	53 2	
	68	—	302 2	—	
	68	—	253 2	24 2 u	
	54	481 1	—	—	
	38	795 3	8 0	—	
C	28	24 2 u	—	—	
	09	3 4 U	—	—	
	2281	345 1 u	—	—	
C	76	578 5 R	570 3	54 2	
	46	—	418 1	41 1	
	30	626 8 R	619 4 R	61 5 R	
C	28	240 6 R	251 2 R	32 2	
	24	205 2	—	—	
C	14	121 3	11 0	4.05 1	
	08	12 4 u	13 1 u	57 2	
	2189	596 6 R	—	—	
	46	—	920 1	96 2	
	76	618 6 R	62 1 u	—	
	64	098 4 R	—	—	
	56	949 9 R	—	—	
	58	532 4 R	—	—	
	52	914 7 R	—	—	
	44	—	41 1	44 1 u	51 3
	43	—	—	—	59 2
C	34	308 8 R	3 1 u	—	—
C	33	624 7 R	—	—	—

	Offermann Bogen [96]	Offermann Funke [96]	Eder und Valenta Funke [70]		Bloch [79]	Eder und Valenta Funke [70]
2120	—	—	6 1	1973	16 3	
18	—	—	8 3	59	63 3	
10	263 8 R	27 1 n	27 2	54		1 1
2073	—		2 2	102		5 1
68	—		99 2			
61	73 8 R		6 3			
49			59 2			
20			99 1			
20			5 1			
1968			5 1			

Röntgengebiet.

A. E.

N. E.

M	Stenström [87]	L	Coster [98, 100, 101]	Siegbahn u. Frieman [81, 82, 83, 84]	
α	5.1072	1	1312.95	1317	
β	4.8993	α_2	1153.3	1153	3
γ	4.5238	α_1	1141.15	1144	10
		γ	1057	1059	1
		β_n	991.6	992	2
		β_4	975.4	977	2
		β_3	952.93	954	6
		β_1	949.80	950	8
		β_2	935.7	937	2
		β_5	922.3	923	2
		γ_5	837.8	—	
		γ_1	810.65	810	3
		γ_2	792.9	794	1
		γ_3	787.4	790	2
		γ_4	761	761	0

Im Geißlerrohr sind zwei Untersuchungen gemacht worden: Pollock [71] erhält mit dem Metall selbst (wegen Verunreinigung durch As) keine guten Resultate, während das Chlorid ein schönes Spektrum liefert. Er gibt die auftretenden Linien und ihre Intensitäten mit und ohne Leidener Flasche an. Das Spektrum ist im wesentlichen identisch mit dem Funkenspektrum, die Leidener Flasche übt nur geringen Einfluß. — Reismann [78] studiert den Unterschied an den Polen. Er benutzt das Metall. An der Kathode allein sind die starken Funkenlinien sichtbar; die Bogenlinien sind an der Anode am stärksten, nehmen mit Entfernung von ihr ab, um an der Kathode selbst wieder etwas stärker zu werden. — Ferner treten an der Anode in Linien aufgelöste Banden auf, die nach rot abgeschattigt sind. Bei λ 4433, 4192, 4079

liegen deutliche Kanten, bei 4848 und 3588 schwächere und undeutlichere. Dies Spektrum hat mit den bisher beschriebenen (Handbuch V, p. 173), die alle voneinander verschieden sind, nichts gemein.

Die Geschwindigkeit der leuchtenden Teilchen im Funken wird von Royds [58, 66] untersucht. Er findet für Bi Geschwindigkeiten, die zwischen 224 und 1170 m/sec liegen. Aber die Deutung der Erscheinungen ist so zweifelhaft, daß hier nicht näher darauf einzugehen ist. Ähnliche Versuche macht auch Hemsalech [76].

Hartley und Moss [73] geben an, daß ein Funke photographisch die Linien 4259, 3793, 3695 liefere, wobei 0.000358 mg verflüchtigt werden. Die mittlere Linie ist die empfindlichste.

Huber [61] verfolgt den Einfluß von Selbstinduktion auf das Funkenpektrum. Alle Linien werden geschwächt, besonders λ 2400, das fast verschwindet. In einer Legierung mit Zn erhält er nur wenige Bi-Linien; eingeschaltete Selbstinduktion bringt viele zum Vorschein, sogar solche, die er von reinem Bi nicht erhielt, z. B. 2863 (Bogenlinie).

In Flammen untersucht Meunier [68]. Er sieht eine rote Linie von größerer Wellenlänge, als die Lithiumlinie (λ 6708), — eine solche ist freilich nicht bekannt, — dann λ 4722 und Banden von λ 6400 bis λ 5200. Nach Eder und Valenta [70] geben Wismut und seine Salze in der Bunsenflamme die Linie 4722 und zahlreiche Banden. Das Karbonat gibt in Leuchtgas-Sauerstoffflamme sehr viele Linien:

4722, 4122, 4121, 3596, 3511, 3397, 3008, 3025, 2993, 2989, 2938, 2898 usw. bis 2698; ferner Banden. Man findet bei Eder und Valenta weiter schöne Tafeln des Funken- und Bogenspektrums.

Die Struktur einiger Bi-Linien ist ziemlich kompliziert, so daß die Einzelheiten der Zusammensetzung noch nicht völlig geklärt sind. Hauptsächlich sind die Linien 4722, 4308 und 4122 untersucht worden. Zu den älteren Messungen von Gehecke und von Baeyer [49] sowie von Baeyer [54] sind inzwischen weitere Messungen von Lunelund [67], Wali-Mohammad [72], Takamine¹⁾, Aronberg [88] und Nagaoka und Sugiura [99] hinzugekommen. Alle Beobachter außer Aronberg, der ein ebenes 10-inch-Gitter in der 6. Ordnung verwendet, benutzen Stufen-Gitter und Interferenzplatte nach Lummer-Gehecke. Außer 6 Komponenten, die allen Beobachtern gemeinsam sind, finden Nagaoka und Sugiura noch 7 weitere Satelliten bei 4722. Sie finden 4808 aus zwei engen Dublets bestehend im Abstände 0.350 Å. Die Linie 4122 finden Lunelund und Nagaoka und Sugiura vierfach, Gehecke und v. Baeyer dreifach, Wali-Mohammad zweifach, Kayser und Runge gaben 4122.01 und 4121.69.

1) Diese Abhandlung, die von Aronberg und Nagaoka und Sugiura zitiert wird, ist mir nicht zugänglich. Proc. Tokyo Math. and Phys. Soc. (2) 3 Febr. 1916.

Gehroke und v. Bayer	v. Bayer	Takamine	Lunelund	Wali- Mohammad	Aronberg	Nagaoka und Sugiura	λ
+ 0.316	+ 0.318	+ 0.320	+ 0.314	+ 0.316	+ 0.318	+ 0.317	4722.697
+ 0.289	+ 0.288	+ 0.284	+ 0.283	+ 0.284	+ 0.284	+ 0.284	.683
+ 0.242	+ 0.242	+ 0.238	+ 0.240	+ 0.242	+ 0.240	+ 0.243	.619
+ 0.104	+ 0.100	+ 0.102	+ 0.103	+ 0.102	+ 0.102	+ 0.102	.481
+ 0.057	+ 0.056	+ 0.056	+ 0.059	+ 0.057	+ 0.056	+ 0.057	.485
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	.378
						— 0.032	.346
						— 0.072	.308
			— 0.144?			— 0.124	.254
			— 0.166?			0.165	.213
						— 0.218	.160
						— 0.270	.099
						— 0.328	4722.060

Nagaoka und Sugiura glauben in den Abständen der Komponenten eine auch bei anderen Elementen (z. B. Hg) vermutete Gesetzmäßigkeit nachweisen zu können.

Es sei noch erwähnt, daß Rausch v. Traubenberg angibt, bei einer Gitteraufnahme seien einige Linien gekrümmt gewesen, so daß die beiden Enden der Linie mehr nach Rot hin liegen, als die Mitte. Sollte ein starker Pol-effekt vorliegen?

Für die Linien 4722 und 4122 haben Lunelund [67] und Wali-Mohammad [72] vergeblich versucht, den Zeemaneffekt zu studieren.

Die Erforschung des Serienbaues des Bi-Spektrums hat in den letzten 10 Jahren keinen Fortschritt gemacht. Bisher sind nur die bereits von Kayser und Runge gefundenen Gruppen konstanter Schwingungsdifferenz bekannt. Sie sind in der Tabelle mit C bezeichnet. Dagegen ist mit Rücksicht auf seine hohe Ordnungszahl das Wismut verhältnismäßig eingehend im Bereiche der Röntgenspektren untersucht worden. Moseley selbst hat es freilich überschlagen. Dagegen haben Siegbahn und Friman [81, 82, 83, 84] bald darauf die L-Serie, Siegbahn [84] und Stenström [87, 89] die M-Serie gefunden. Die erstere ist in neuerer Zeit mehrfach gemessen worden, wobei die Zahl der schwächeren Linien gestiegen ist. In der Tabelle p. 110 sind die Werte von Coster [98, 100, 101] neben den älteren mit Intensitätsangaben versehenen von Siegbahn und Friman [82, 83, 88] aufgeführt. Die Bezeichnung ist nach Coster-Siegbahn gewählt. Für die Systematik muß auf die Schriften von Sommerfeld, Coster, Wentzel, Smekal¹⁾ verwiesen werden. In der M-Serie sind mehrere anfangs gemessene Linien ausgeschieden worden. Es sind hier nur die drei Linien genannt, die schließlich Stenström [89] mittels Kalkspat gemessen hat. Vgl. auch [84, 85].

1) Vgl. oben p. 88 Nr. [78, 80] und p. 76.

Schon de Broglie hat 1916 die Grenzfrequenzen in der K-Serie gemessen [80]. Weitere Messungen sind dann von Duane und Patterson [93], Duane, Fricke und Stenström [94] und Siegbahn und Jönsson [90] ausgeführt worden, während Webster [95] Anregungsfrequenzen und Potentiale gemessen hat. Die Zahlen sind nachstehend genannt:

K-Reihe (A. E)			L-Reihe (X. E)		
de Broglie	Siegbahn und Jönsson	Duane, Fricke, Stenström		Duane u. Patterson	de Broglie ¹⁾ λ
0.188	0.1346	0.1872	L_1	921.8	921 922.8 μ
			L_2	787.2	786 787.4 μ
			L_3	752.2	753 761 μ

Unter λ steht die Linie kürzester Wellenlänge, die der Grenzfrequenz entspricht, nach Webster.

Bandenspektrum.

Zu den mehrfachen früheren sich völlig widersprechenden Angaben über Bandenspektren von Bi oder irgendeiner Verbindung treten die vorher erwähnten von Reismann [78] und solche von Eder und Valenta [70], welche durch schöne Photographien gestützt werden. Das Chlorid gibt in der Bunsonflamme ein Bandenspektrum mit zahlreichen Bandengruppen, die Banden nach Rot abgeschattiert. Stärker tritt es im Leuchtgas-Sauerstoffgebläse auf, von metallischem Wismut und verschiedenen Salzen, am stärksten im Feuerwerksatz, aus Kaliumchlorat, Schwefel, Wismutkarbonat bestehend. — Als Kanten werden angeführt: 6710, 6825, 6800, 6405, 6218, 6045, 5975, 5940, 5875, 5842, 5820, 5780, 5750, 5721, 5685, 5656, 5624, 5605, 4932, 4890, 4834, 4792, 4760, 4748, 4727, 4677, 4663, 4617, 4573, 4550, 4538, 4504, 4466, 4423. Zu erwähnen wäre noch, daß die Photographien eine eigentümliche Gruppe zeigen, scheinbar von Linien, die sonst nicht bekannt sind: 3917, 3903, 3888, 3876, 3866, 3857. —

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß Schäfer und Hein [86] Untersuchungen über die Absorptionsspektren von Wismutverbindungen ausgeführt haben, sowie daß Bracchetti [91] die Absorptionkathodisch niedergeschlagener Wismutschichten untersucht.

1) Korrigiert nach den Angaben des Verfassers.

BROM (Br = 79,96: $\gamma = 3$).

Literatur.

- [52] Br. Goering, Über den Einfluß der Dichte auf die Absorption der Kohlensäure, des Broms und Jods. Dissert. Königsberg 1907. Braunschweig bei Vieweg & Sohn. 34 pp.
- [53] E. J. Evans, The absorption spectrum of bromine at high temperatures. *Astrophys. J.* 32 p. 291—299 (1910).
- [54] L. Ciachowski, Die Absorptionsspektren einiger verflüchtigter Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1910. Freiburg, St. Paulus-Druckerei. 85 pp.
- [55] W. H. Julius and B. J. van der Plaats, Observations concerning anomalous dispersion of light in gases. *Proc. Amsterd.* 1911, p. 1098—1099.
- [56] H. W. Wood, Über die Schwächung der Fluoreszenz von Jod- und Bromdampf durch andere Gase. *Verh. D. Physik. Ges.* 13 p. 72—77 (1911).
- [57] Chr. Fuchtbauer, Über eine Methode zur Untersuchung von Absorptionslinien mit dem Stufengitter und über die Veränderung von Absorptionslinien durch fremde Gase. *Physik. Zs.* 12 p. 722—725 (1911).
- [58] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Bd. III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.
- [59] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. — Spectra of elements and compounds excited by nitrogen. *Proc. Roy. Soc. A.* 86 p. 105—117 (1912).
- [60] G. Ribaud, Sur l'apparition de nouvelles raies dans un tube de Geissler à brome placé dans un champ magnétique. *C. R.* 154 p. 1151—1153 (1912).
- [61] F. Burger and J. Königberger, Das elektrische Verhalten einiger Dämpfe mit Bandenabsorption. *Physik. Zs.* 13 p. 1198—1199 (1912).
- [62] G. Ribaud, Sur le spectre de rotation magnétique de la vapeur de brome. *C. R.* 155 p. 900—903 (1912).
- [63] G. V. Morrow, The influence of selfinduction on the spark-spectra of non metallic elements. *Dubl. Proc.* 13 p. 607—620 (1912).
- [64] G. Ribaud, Étude quantitative de l'absorption de la lumière par la vapeur de brome dans l'ultraviolet. *C. R.* 157 p. 1085—1088 (1913).
- [65] W. Burmeister, Untersuchungen über ultrarote Absorptionsspektren einiger Gase. *Verhandl. D. Physik. Ges.* 15 p. 589—612 (1913).
- [66] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektren verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913; *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 269—312 (1914).
- [67] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. *Lunds Univ. Årskr.* N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).
- [68] D. L. Webster, The effect of pressure on the absorption of light by bromine and chlorine, and its theoretical significance. *Physic. Rev.* (2) 4 p. 177—194 (1914).
- [69] J. Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren der Elemente. Diss. Lund 1915. *Phil. Mag.* (6) 28 p. 787—796 (1914).
- [70] E. Paulson, Konstante Differenzen in Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 45 p. 419—430 (1914).
- [71] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. *Ann. d. Phys.* (41) 46 p. 868—892 (1915).

- [72] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du Br au Hl. C. R. 163 p. 81—90 (1916).
- [73] F. Emich, Zwei kleine Mitteilungen zu den Vorlesungen über Spektralanalyse. Physik. Zs. 17 p. 464 (1916).
- [74] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements lutetium—zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916). — Dissert. Lund 1916.
- [75] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 293—341 (1916).
- [76] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the elements for high frequency X rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697—706 (1917).
- [77] H. H. Hughes and A. A. Dixon, The ionizing potentials of gases. Physic. Rev. (2) 10 p. 495—514 (1917).
- [78] E. Wagner, Röntgenspektroskopie. Phys. Zs. 18 p. 405—410, p. 432, p. 460, p. 488 (1917).
- [79] E. Bögemann, Beiträge zur Kenntnis der Spektren der Halogene. Dissert. Münster (1918). Manuskript.
- [80] N. v. Peskoff, Über quantitative Lichtfilter im Ultraviolett. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 235—237 (1919).
- [81] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1921).
- [82] E. S. Imes, Measurements of the near infra-red absorption of some diatomic gases. Astrophys. J. 50 p. 251—276 (1919).
- [83] H. M. Randall and E. S. Imes, The fine structure of the near infra red absorption bands of the gases HCl, HBr, and HF. Phys. Rev. (4) 15 p. 152—155 (1920).
- [84] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 3 p. 282—284 (1920).
- [85] A. Kratzer, Die ultraroten Rotationspektren der Halogenwasserstoffe. Zs. f. Phys. 3 p. 289—307 (1920). — Ibid. 4 p. 476 (1921).
- [86] F. W. Loomis, Infra-red spectra of isotopes. Astrophys. J. 52 p. 248—256 (1920).
- [87] A. Haas, Rotationspektrum und Isotopie. Zs. f. Phys. 4 p. 68—83 (1920).
- [88] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 7 p. 841 bis 860 (1921).

Seit den in Band V angeführten Untersuchungen über das Bromspektrum sind von Exner und Haschek [58], Miss Morrow [63] und Frl. Bögemann [79] einige neuere Messungen gemacht worden. Exner und Haschek untersuchen den kondensierten Funken gegen geschmolzenes Bromkali, Miß Morrow und Frl. Bögemann den Funken durch Brom bei Atmosphärendruck oder durch die Dämpfe von Verbindungen in Geißleröhren. Die Resultate sind in Tabelle I zusammengestellt zugleich mit den Ergebnissen der früheren Beobachter, von denen sich die Angaben von Eder und Valenta [85] auf ein Geißlerrohr beziehen, diejenigen von Plücker [8], Gailitzin und Willip [47] ebenfalls auf ein Geißlerrohr, die Angaben von Goldstein [48] auf Entladungen durch den Dampf von Bromverbindungen. Weiter sind die Beobachtungen von Salet [17, 28] berücksichtigt, die an Funken durch Bromgas angestellt sind, ferner diejenigen von Gramont [33], der Funken gegen geschmolzene Salze verwendet, und die Linien, die man aus dem Atlas von Hagenbach und Konen [44] (Geißlerrohr) ablesen kann. Die Zahlen sind in I. A. umgerechnet was freilich nur für Messungen an Geißleröhren Bedeutung hat, während bei Atmosphärendruck starke, oft nach Violett gerichtete Ver-

Tabelle I.

Eder und Valenta Rohr		Goldstein Salz in Röhre		Eder und Valenta Rohr		Goldstein Salz in Röhre	
[35]		[48]		[35]		[48]	
		7820	1	6178.51	2	75	2
		7530	3	59.39	2	53	1
		7350	3	49.74	10	58	6 1 2 3 4) R
		7220	1	23.28	3	30	2
		7180	2	18.08	4	11	1
		7110	2	5940.61	4		
		7000	4 1)	5871.75	3		1 3
		6780	4 1)	64.33	3		
		6730	4	52.18	5	50	2 R A
6682.60	2	6685	2 1) 2)	33.49	3		
31.79	5	30	5 1) 2)	30.82	7		1 2) 3 4) R
6582.29	1			21.18	3		1)
59.95	4	6550	1 1) 2)	5718.03	4		1) 2 3 4)
44.78	1	40	5	11.08	4		
6352.86	1			5657.61	4		
50.81	10	50	6 1) 2) 3)	00.68	4		
6204.15	1	00	2	5589.93	3	100	2 1 2 3 4 5) R

Eder und Valenta Rohr		Goldstein Salz in Röhre		Galitzin und Willp Rohr		Exner und Haschek Funke gegen Salz	
[35]		[48]		[47]		[58]	
5536.80	4	—		—			
08.27	3	—		—			
06.75	3	—		06.82	1		1) 2) 3) 4) R
5495.08	7	—		95.08	1		1) 2) 3) 4)
88.79	6	—		88.78	1		
79.99	3	70	2	—			
66.22	5	—		66.27	1		1) 2) 3) 4)
50.07	8	—		50.18	1		
42.84	4	—		—			
35.09	5	—		34.59	1		1) 2)
25.00	5	—		25.11	1		1) 2) 3) 4)
22.80	7	—		22.86	1		2) 4) R K
5396.49	5	95	2	95.59	1		
64.19	2	—		—			
45.34	4	47	2	45.49	1		R K
31.99	10	—		33.08	1	32.03	2 u 4) R
04.13	7	08		04.15	1	—	1) 2) 3) 4) R K
5272.72	4	—		72.84	1	—	1) 2)

1) Auch von Plücker gemessen (Röhre).

2) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).

3) Von Gramont gemessen (Funke nach geschmolzenem Salz).

4) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).

5) Auch bei Galitzin und Willp (Röhre).

Eder und Valenta Rohr [36]	Goldstein Salz in Röhre [48]	Galitzin und Willip Rohr [47]	Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]	
5283.51 4	—	—	—	1) 2)
38.30 8	42 5	38.31 10	38.2 2u	1) 2) 3) 4) R
27.74 3	—	27.84 1	—	3)
5190.33 8	—	38.89	—	—
83.90 4	—	83.94 2	—	2) 3) 4) R K
82.40 7	82 5	82.41 8	82.27 3	1) 2) 4) R
64.39 5	70 2	64.38 1	—	R
5054.67 4	56 1	54.68 2	—	1) 2) 3) 4)
4970.77 4	83 5	70.65 2	—	R
59.83 4	—	—	—	3)
45.59 3	—	45.57 1	—	4)
30.64 5	30 2	30.64 2	30.4 1u	1) 2) 3) 4) R K
28.79 5	25 4	28.68 1	28.6 1u	2) 3) 4) R K
21.11 3	—	21.13 1	—	4) R K
4887.03 3	—	67.72 1	—	4) R K
66.67 3	—	66.59 1	—	4)
48.81 6	—	48.78 5	49.6 1u	4) R K
16.72 8	20 4	16.73 10	16.51 8	1) 2) 3) 4) R K
02.36 4	—	02.37 2	—	3)
4798.24 3	—	98.20 1	—	—
85.46 10	85	85.51 10	85.27 10	4) R
80.94 6	80 5	80.32 8	—	2) 4) R
77.12 3	—	77.06 1	—	R
76.43 7	72	76.44 5	76.3 2u	4)
75.23 8	—	75.21 3	—	R K
73.83 4	—	73.84 2	—	4)
72.78 3	—	72.78 1	—	—
67.10 8	—	67.21 7	—	4) R
66.09 5	—	66.05 5	66.92 3	—
52.29 3	56 2	52.30 7	—	R
44.35 8	—	44.39 1	—	3)
42.89 8	—	42.72 7	42.57 3	2) 3) R K
35.49 5	—	35.44 4	—	2) 4)
28.31 4	—	28.11 4	—	4)
19.77 8	20	19.75 9	19.62 3	1) 2) 3) 4) R K
17.89 3	—	17.41 2	—	—
04.82 10	07 4	04.85 10	04.72 20	1) 2) 3) 4) R
4698.30 8	80 2	98.29 5	98.12 5	2) 3) 4) R K
92.33 3	—	92.33 2	—	—
78.71 8	—	78.69 9	78.52 8	1) 2) 3) 4) R K
72.57 6	—	72.60 3	72.4 1u	4) R K
52.00 6	—	52.01 3	52.1 1u	4) R K
43.56 4	—	43.53 5	—	2) 4) R
29.48 3	—	29.48 1	—	4) R K
22.81 8	—	22.76 8	22.62 3	1) 2) 3) 4) R K

1) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).

2) Auch von Plücker gemessen (Röhre).

3) Von Gramont gemessen (Funke nach geschmolzenem Salz).

4) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).

Eder und Valenta Rohr [35]	Goldstein Salz in Röhre [48]	Galitzin und Willip Rohr [47]	Exner und Hasehek Funke gegen Salz [58]	
4614.68 6	15 2	14.58 8	—	1) R
05.72 2	—	—	—	—
01.45 5	—	01.37 2	—	1) R K
4575.77 6	76 4	75.76 7	—	1) R K
58.08 4	—	58.08 1	—	1) R K
42.95 8	—	42.91 5	42.8 2u	1) 2) 4) R K
42.50 2	—	—	—	—
38.78 5	—	38.78 3	38.6 1u	1) R K
29.88 5	—	29.78 5	—	1) R
25.65 8	26 3	25.58 9	—	1) R
18.50 5	15 8	18.45 7	12.5 1u	1) R
4490.51 5	80 4	90.45 5	—	1) 1) R
77.79 10	75 4	77.76 10	—	1) R
72.66 8	—	72.62 9	—	1) R
41.77 8	42 3	41.72 —	—	—
25.15 5	—	25.11 5	—	R
07.63 4	—	07.65 1	—	R
4899.70 3	—	99.66 1	—	R
96.88 5	—	96.81 1	—	R K
94.93 4	—	94.91 1	—	1)
91.59 3	—	91.59 2	—	R
65.59 8	68 2	65.57 8	65.63 4	1) 2) 3) 4)
4297.11 3	—	97.08 3	—	1) 1) R
91.88 6	—	91.88 7	91.2 2u	1) 2) 4) R K
36.84 6	—	36.87 7	—	1) 2) 4) R K
29.94 4	—	30.00 5	—	1) R K
28.84 8	20 2	28.87 9	28.8 3u	1) R K
09.48 4	—	09.47 5	—	—
4198.46 6	—	98.44 8	98.4 1u	1) 1) R K
98.18 2	—	98.18 2	—	—
79.60 8	—	79.64 8	79.49 1	1) 2) 4) R
75.76 5	—	75.76 7	—	1) R
59.98 2	—	59.98 3	—	—
57.88 2	—	57.88 4	—	R
57.07 3	—	57.14 4	—	—
51.88 3	—	51.88 3	—	—
43.97 2	—	43.98 5	—	R A
40.22 6	—	40.25 8	40.1 1u	1) R K
35.64 5	—	35.65 8	—	1) R K
17.48 3u	—	17.54 4	—	1)
09.97 4	—	10.05 8	—	—
02.47 4	—	02.57 2	—	—
4075.51 4u	—	75.55 3	—	—
36.89 4	—	36.46 3	—	R

1) Auch von Salet gemessen (Funke in Gas).

2) Auch von Plücker gemessen (Röhre).

3) Von Gramont gemessen (Funke nach geschmolzenem Salz).

4) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).

5) Hier finden sich noch mehrere Linien im Spektrum.

Eder und Valenta Rohr [85]	Galitsin und Willip Rohr [47]	Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]	Morrow Funke [63]	Büggemann Funke [79]
4024.04 5	24.04 5	—	—	2) R
08.78 6	08.77 5	—	—	2) R K
07.30 5	07.29 6	—	—	R K
3899.02 4	09.59 8	—	—	R K
97.12 4	97.07 8	—	—	2) R K
92.96 4	92.96 5	—	—	R
86.52 8	86.55 8	86.4 1u	—	2) R K
80.44 10	80.42 9	—	—	1) 2) R K
80.00 5	80.03 5	—	—	—
68.65 5	68.66 5	—	—	R K
55.85 8	55.84 8	—	—	2) R K
50.60 7	50.59 8	51.1 1u	—	2) R K
39.71 5	39.68 5	40 2u	—	2) R K
38.65 5	38.65 4	—	—	2)
35.16 6	35.17 5	—	—	2) R K
29.58 8	29.56 5	—	—	2) R K
24.00 8	24.10 10	24.8 2u	—	R K
23.86 6	23.85 5	—	—	2)
20.69 6	20.68 5	—	—	2) R K
19.62 6	19.53 5	—	—	2) R K
14.27 0	14.25 10	15.1 1u	—	2) R K
—	—	08.9 1u?	—	—
01.27 4	01.24 2	—	—	R K
3891.64 8	91.63 6	92.0 1u	—	2) 2) R K
71.23 6	71.24 6	—	—	R K
57.21 6	57.22 6	—	—	2)
40.83 8	40.58 4	39.85 1u	—	R K
34.71 8	34.70 6	—	—	2)
15.62 4	15.63 4	—	—	R K
11.40 8	11.39 4	—	—	R K
3794.00 4	93.99 4	93.50 8	—	R
72.58 4	72.54 8	—	—	2)
70.26 2u	—	—	—	2)
40.51 5	40.50 8	—	—	2)
—	—	3893.50 8	—	2)
—	—	69.4 2u	—	—
—	—	59.9 2u	—	—
—	—	22 1u	—	2)
—	—	13.5 1u	—	—
—	—	00.65 8	—	—
—	—	3591.40 1	—	—
—	—	68.8 1u	—	—
—	—	62.55 10	—	3582.5 4 2)
—	—	51.00 8	—	51.06 4 2)
—	—	40.15 8	3540.7 4	40.09 5 2)
—	—	28.9 8u	29.5 4	28.8 4 2)

1) Auch von Salet gemessen (Funke in Glas).

2) Auch von Hagenbach und Konen gemessen (Röhre).

3) Es fehlen Reismann Anode: 3897.9; 3898.7; 3898.6.

Exner und Haschek Funke gegen Salz [58]	Morrow Funke [68]	Bügemann Funke 79]	Exner und Haschek Funke gegen Salz 58'	Morrow Funke [68]	Bügemann Funke 79]
3517.85 5	18.1	17.4 5 2)	3059.2 1u		
06.45 5	06.5 4	06.46 4 2)	57.7 1u	57.2	2
3487.9 1u	—	—	56.1 1u		
77.1 1u	—	—	47.1 1u		
46.7 1u	3446.5 2	3446.3 2 1 2)	39.48 1		
34.0 1u	38.1 1	37.5 1	33.73 1		
17.61 3	17.23 5	16.8 6 3)	20.8 4	20.8 4	21 3
16.4 1u	—	—	16.3 1u		
14.41 3	14.18 3	— 1)	2004.23 3		
02.56 3	02.30 3	— 1)	84.9 1u		
3398.0 1u	—	—	83.7 1u		
97.06 3	96.9 2	96.85 5 1)	82.0 1u		
71.1 1u	—	—	75.9 1u		
49.81 3	—	49.5 5 1)	72.2 3u		
33.06 5	—	33.0 6 1)	69.08 4	71.8 6	71.0
29.9 1u	—	—	67.1 2u	68.3	68.0 6
21.03 2	22.0 2	22.0 3 1)	61.2 1u		
01.3 2u	—	— 1)	52.1 1u		
3296.41 1	—	—	35.8 1u		
91.1 2u	—	—	35.3 1u		
82.2 2u	—	82.1 3	28.84 1u		
80.81 1u	—	—	28.99 5	26.8 6	26.0 5
70.11 2	—	—	22.0 1u		
67.1 1u	—	—	17.3 1u		
61.7 1u	—	—	10.7 1u		
60.8 1u	—	—	07.7 1u		
52.9 1u	—	—	01.19 1u	00.3 4	
37.9 2u	37.0 2	38.0 2	2502.2 2u	91.5 6	91 3
21.1 2u	—	—	83.9 1u		
14.5 1u	—	—	75.5 1u		
08.0 1u	—	—	72.8 2u	72.0 4	72 2
3199.7 1u	—	99.0	67.0 1u	67.3 3	
98.8 2u	—	—	46.1 1u	45.0 3	
85.3 1u	—	78.0 4 ?	43.0 1u		
74.2 1u	—	74.0 3 1)	07.5 1u		
67.6 3u	68.3 3	68.3 3 1)	2770.6 1u		
65.6 1u	—	—	66.8 2u		
62.8 2u	—	64.0 2	46.4 1u		
49.6 1u	48.5	48 3 1)	19.1 1u		
47.82 2	—	—	13.9 1u	14.0 3	
30.3 1u	—	33 2	2090.3 1u		
29.7 1u	—	—	60.5 1u	59.0 6	
17.43 2	17.5 2	18 3	27.0 1u		
16.0 2u	—	16.0 2	13.6 1u		
3091.9 1u	—	—	08.7 1u		
74.43 4	74.8 3	74 5 1)	2593.3 2u	94.0 4	
68.2 1u	—	—	89.6 1u		

1) Auch von Hagenbach und Koenen gemessen (Röhre).
 2) Im Original heißt es bei Exner und Haschek: 3440.

Exner und Haschek Funke gegen Salz [68]		Morrow Funke [68]		X-Einheiten.	
				Hjalmar [84, 88]	Siegbahn, Malmer, Friman [69, 74, 75]
79.4	1u	—	—	—	—
56.9	2u	57.2	6u	—	—
41.6	2u	41.7	6u	—	—
21.81	2	22.1	7u	—	—
2488.6	1u	89.3	3u	Li ₁ 8356.6	8391
2392.4	1u	93.0	2u	Li ₂ 8326.2	8360
89.8	2u	89.8	4u	Li ₃ 8106.6	8141
89.1	1u	—	—	K ₂ 2	1040
86.8	2u	86.9	4u	K ₂ 1	1085
				K ₃ 1	929
				K ₃ 1	914

breiterungen auftreten, die mehrere Linien zu „blends“ zusammenfließen lassen, so daß die Zahlenangaben schwerlich die Zehntel A. E. genau geben. Es sind im Bereiche der älteren Messungen ferner nur die Linien angeführt, die von mindestens zwei Beobachtern angegeben werden, wobei die Ablesungen an eigenen Aufnahmen mitgezählt sind, und deren Intensität im Mittel 3 übersteigt. Im roten Teile des Spektrums und im Ultraviolett sind dagegen alle gemessenen Linien angeführt. Wir überzeugten uns indes an eigenen Aufnahmen, daß die Zahl der vorhandenen Linien durch die Liste bei weitem nicht erschöpft ist. Der Vergleich der verschiedenen Angaben zeigt, daß trotz der sehr abweichenden Methoden der Leuchterregung und trotzdem die Einschaltung von Kapazität und Selbstinduktion die relative Intensität der Linien stark ändert, einzelne sogar ganz verschwinden läßt, eine Reihe stärkerer Linien allen Spektren gemeinsam sind. Daneben gibt es freilich eine Reihe starker Linien, die nur einzelne Beobachter angeben. Die Verhältnisse liegen hier ähnlich wie bei den anderen Halogenen und dem Funkenspektrum der Luft. Es ist möglich, daß wie Goldstein [48], Reismann [66] und Stark¹⁾ annehmen, zwei verschiedene Spektren existieren, „Grund-“ und „Komplexspektren“ in dem Sinne Goldsteins, „Bogen-“ und „Funkenspektrum“ im Sinne Starks, indes sind die experimentellen Ergebnisse für das Bromspektrum bei weitem nicht ausreichend geklärt, um zwei Spektren sicher trennen zu können. Eine Reihe der stärkeren Linien tritt vielmehr unter allen bisher benutzten Anregungsbedingungen auf. Man vgl. auch Reismann [66].

An weiteren neueren Angaben über das Linienspektrum des Broms sind noch folgende zu erwähnen. Reismann [66] benutzt ein Rohr mit Calcium oder Nickel-Glühkathode und untersucht die Glimm- und Bogenentladung. Das Kathodenlicht ist bei der Glimm-entladung blaßgrün, die positive Säule purpurrot. Letztere zeigt ein intensives kontinuierliches Spektrum zwischen λ 438 und λ 350 mit einigen diffusen Maximis, das im Kathodenlicht viel schwächer

1) J. Stark und R. Künzer, Ann. d. Phys. (4) 45 p. 29—74 (1914).

ist. Bei Bogenentladung ist die positive Säule weißlich gefärbt, das Kathodenlicht durch Calciumbromidbanden (wegen der Oxydkathode) intensiv rot gefärbt. Die meisten Linien treten an der Kathode auf. Man findet bei Reismann eine Photographie und Tabellen für den Intensitätsverlauf der Linien des Brom in der Richtung von der Kathode zur Anode. Reismann kommt zu dem Schlusse, daß man zwei völlig getrennte Spektren des Brom habe, das eine (Funkenspektrum) an der Kathode, das andere in der positiven Säule und an beiden Elektroden, indes dort in einer vom Funkenspektrum gänzlich verschiedenen Intensität. Die Linien Reismanns sind in der Tabelle mit K bezeichnet, wobei der Zusatz K bedeutet, daß die Linie nur an der Kathode, A daß sie nur an der Anode oder in der pos. Säule vorkommt. — Ribaud [60] findet, daß die Farbe einer Geißlerröhre sich aus Violett in Grün ändert, wenn er die Röhre in ein Magnetfeld bringt. Offenbar handelt es sich um eine der schon vielfach bemerkten sekundären Einwirkungen.

Neben dem Linienspektrum besitzt das Brom bekanntlich zwei verschiedene Bandenspektren, von denen das eine auch in Absorption auftritt und aus kannelierten Banden aufgebaut ist. Das zweite entsteht, wie Strutt und Fowler [59] zeigen, auch wenn Bromdampf mit aktivem Stickstoff zusammengebracht wird. Es besteht aus acht schmalen Bändern zwischen λ 6070 und λ 5875 und einem diffusen Bande zwischen λ 2980 und λ 2890. Die Gesamtfarbe des leuchtenden Broms ist in diesem Fall Orange. Das Spektrum dürfte dem ähnlichen, aus diffusen Banden bestehenden Spektrum des Jod entsprechen.

Endlich liegt eine Angabe über das Glühspektrum und eine Angabe über die Fluoreszenz vor. Emich [78] beschreibt einen Versuch zur Demonstration des Glühens von Bromdampf in einer Quarzröhre, während die Mitteilung von Wood [56] sich auf die später weiter verfolgte Schwächung der Fluoreszenz von Dämpfen, insbesondere auch von Bromdampf durch andere Gase bezieht.

Eine ganze Reihe von Arbeiten behandeln die Absorption des Bromdampfes. Sie seien hier kurz erwähnt. Julius und van der Plaats [55] zeigen, daß alle Linien des Absorptionsspektrums anomale Dispersion besitzen. Ribaud findet zwar keinen Zeemaneffekt an den Linien des Absorptionsspektrums (?) wohl aber magnetische Rotationspolarisation. Burmeister [65] findet, daß Brom im Ultrarot oberhalb 1μ nichts absorbiere. — Goering [52] schildert die bekannte Entwicklung des Bandenspektrums mit steigender Dampfdichte. Er meint, daß die Dicke der Schicht die Absorption nicht vermehre (?). Ribaud [64] gibt als Grenze der Absorption nach kurzen Wellen λ 340 an. Auf seine Anwendung von Absorptionsmessungen zur Prüfung der Theorie der Absorption kann nur hingewiesen werden. Webster [68] variiert den Druck entweder durch Steigerung der Temperatur oder durch Beimengung fremder Gase. Er findet, daß für den scheinbar kontinuierlichen Teil des Absorptionsspektrums das Beersche Gesetz gelte, nicht aber für die Banden. Auch hieraus werden theoretische Schlüsse gezogen. — Evans [53] findet, daß die Absorption verschwindet, wenn man die Temperatur über eine gewisse

Grenze steigert. Je dichter der Dampf ist, desto höhere Temperatur ist nötig. Die Erscheinung wird auf die Dissoziation des Dampfes zurückgeführt. — Daß fremde Gase die einzelnen Absorptionslinien beeinflussen, zeigt Fuchtbauer [57]; Luft und Wasserstoff wirken verschieden auf die Einzellinien des Absorptionsspektrums ein. — Daß absorbierender Bromdampf nicht die Leitfähigkeit eines ionisierten Gases aufweist, zeigen Burger und Königsberger [61]. Unter Heranziehung der Korrespondenz von Emission und Absorption wird von ihnen auf die gleiche Eigenschaft des leuchtenden Bromdampfes bei der Emission des Bandenspektrums geschlossen, und gefolgert, daß also in diesem Falle die Emission nicht durch ionisierte Träger erfolge. Die Frage ist durch die neuere Entwicklung der Lehre von der Emission in einen anderen Zusammenhang gerückt. — Nachdem wiederholt Bromdampffilter als Ultraviolettfilter empfohlen worden waren, hat Frl. Bügemann [79] die Absorption in einer mit bei 60° gesättigtem Bromdampf gefüllten Quarzkugel von 6 cm Durchmesser untersucht. Die Absorption ist unter diesen Umständen von λ 3650 bis λ 5800 eine vollkommene. Andererseits ist der Bromdampf von λ 3650 bis λ 2200 unter den angegebenen Bedingungen völlig durchsichtig. Ein Quarzgefäß mit Bromdampf eignet sich also in der Tat für viele Zwecke als Ultraviolettfilter. Die Angaben von Peskoff [80] bringen nichts neues.

Wie bei den meisten Elementen, so findet Paulson [67, 70] auch bei Brom zahlreiche Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz. Er benutzt die Messungen von Eder und Valenta. Seine Angaben sind in der folgenden Tabelle enthalten. In der ersten Spalte stehen die Wellenlängen ohne Korrektion nach J. A., in der zweiten die Schwingungsdifferenzen. Eine Anzahl der hier benutzten schwachen Linien ist in der Haupttabelle nicht genannt. Man vergleiche dazu Band V.

Tabelle II.

5489.00	20.68	4525.82	68.01	5852.40	254.34	4705.00	307.23	
95.24		88.95		5040.83		4774.01	50.01	858.14
						4785.64		
4601.83	20.15	4477.98	68.40	5194.08	254.57	4441.94		857.77
05.90		90.68		5268.68		4513.87		
						4175.92	308.72	
4543.95	20.23			4185.79	254.36	4280.10		
43.12		4735.67	185.56	4179.76		4140.37	308.68	
		84.27				93.82	51.29	857.97
4525.82	20.38			5345.53	308.98	4202.64		
30.00		4622.99	185.72	5485.80	50.57	3950.75	308.69	858.12
		52.18		50.28		90.21	51.48	
4005.69	20.18			4652.18	308.64	4007.45		
08.98		3929.73	185.89	4719.05		3981.79	308.68	858.14
		50.75				3988.80	51.46	
3888.67	20.82			4575.95	307.97	46.80		
91.79		3914.42	185.61	4641.86	50.11			
		35.81		52.18				
4728.49	64.11			4365.78	308.28			
42.87		3871.38	185.46	4425.32				
		91.79		3920.84	308.21			
4580.00	68.76			68.80				
43.12								

Sowohl die Emission wie die Absorption des Bromdampfes sind im Bereiche der Röntgenstrahlen schon frühzeitig untersucht worden, die Absorption schon deswegen weil sie infolge des Bromgehaltes der photographischen Platten auf den meisten Aufnahmen sich bemerkbar macht. Die in der K-Serie von Siegbahn und seinen Mitarbeitern [69, 75] in der L-Reihe, in neuerer Zeit von Hjalmar [84, 88] in älterer Zeit von Siegbahn, Friman, Malmer, Stenström [69, 74, 75] gemessenen Linien sind im Anhang der Wellenlängentabelle aufgeführt. Gegenüber den neueren Zahlen von Hjalmar haben die älteren von Siegbahn natürlich nur qualitative Bedeutung. Die Bezeichnung ist diejenige von Siegbahn.

Die Absorptionsgrenze des Broms in der K-Reihe ist aus dem schon angegebenen Grunde wiederholt gemessen worden. Wagner [71, 78] gibt an (in X-Einheiten) 926, de Broglie [72] 913.9, Duane und Kang-Fuh-Hu [81] 917.9 und ebenso Blake und Duane [76]. Endlich geben Hughes und Dixon [77] als Ionisationspotential 10 Volt.

Von den Absorptionsspektren von Bromverbindungen sei dasjenige von HBr besprochen. Ciechowski [54] findet, daß im Ultraviolett ein ziemlich scharfer Absorptionsstreifen bei 22749 beginnt. Die Absorption im Ultrarot ist mehrfach untersucht worden. Burmeister [65] findet Absorption von 4.5 μ bis 3.5 μ mit zwei Absorptionsmaximis bei 4.0 μ und 3.84 μ . Innes [82] und noch genauer Randall und Innes [83] haben dann diese Absorptionsbanden mittels Prisma und Gitter ausgemessen und in zahlreiche Teilbanden aufgelöst, die neben den Absorptionsbanden der anderen Halogen-Wasserstoffe fast gleichzeitig durch Loomis [86], Kratzer [85] und Huus [87] benutzt worden sind, um unter Benutzung des Mantelmodells die Frage des Isotopennachweises an ultraroten Banden theoretisch zu prüfen.

KOHLNSTOFF (C 12.00, Z ~ 6).

Literatur.

- [188] B. Goering, Über den Einfluß der Dichte auf die Absorption der Kohlensäure, des Broms und Jods. Dissert. Königsberg 1907. Braunschweig bei Vieweg. 84 pp.
- [189] Sir N. Lockyer, F. E. Baxandall and C. D. Butler, On the origin of certain lines in the spectrum of α Orionis (Alnitam). Proc. Roy. Soc. A 82 p. 532—545 (1900).
- [190] A. Fowler, Terrestrial reproduction of the spectra of the tails of recent comets. Monthly Not. 70 p. 176—182 (1909).
- [191] H. von Dechend, Spektralanalytische Untersuchung des Glimmlichtes an Spitzen. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 719—745 (1909).
- [192] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—618 (1910).
- [193] Th. Lyman, The spectrum of a carbon compound in the region of extremely short wave-length. Proc. Amer. Acad. 45 p. 315—322 (1910).
- [194] A. de Gramont et M. Drocq, Sur certaines conditions d'apparition du spectre de bandes attribué au cyanogène. C. R. 150 p. 1235—1236 (1910).
- [195] H. von Dechend und W. Hammer Über Kanalstrahlen. Sitzungsber. Heidelb. Akad. 1910, 21.
- [196] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. III. Ann. d. Phys. (4) 33 p. 717—738 (1910).
- [197] W. Jungjohann, Über Emission und Absorption leuchtender Glase bei hohen Stromlichtern unter Verwendung von Gleichstrom. Dissert. Münster 1910. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 84—103, 105—129 (1910).
- [198] A. Trowbridge and R. W. Wood, Ultrarote Untersuchung mit der Echolette. Physik. Zs. 11 p. 1114—1115 (1910).
- [199] F. Croze, Prolongement des spectres de bandes des gaz carbonés dans le rouge extrême et l'infra-rouge. C. R. 150 p. 1672—1673 (1910).
- [200] R. J. Strutt, On flames of low temperature supported by ozone. Proc. phys. Soc. 23, II p. 147—151 (1911).
- [201] G. Gross, Zur Kenntnis des Lambertischen Kosinussatzes. Jahresber. Schlesische Ges. f. vaterl. Kultur 1911.
- [202] A. de la Baume-Pluvinel et F. Baldet, Sur le spectre de la comète Kiess. C. R. 153 p. 459—462 (1911).
- [203] G. Millochau, Contribution à l'étude des effets spectraux des décharges électriques dans les gaz et les vapeurs. C. R. 153 p. 808—812 (1911).
- [204] A. Fowler, Investigations relating to the spectra of comets. Monthly Not. 70 p. 484—486 (1910).
- [205] J. Meunier, Sur les conditions de la production du spectre de Swan et sur ce qu'on peut en conclure relativement aux comètes qui possèdent ce spectre. C. R. 153 p. 863—865 (1911).
- [206] A. de la Baume-Pluvinel and F. Baldet, Spectrum of comet Morehouse (1909c). Astrophys. J. 34 p. 89—104 (1911).

- [207] G. Hertz, Über das ultrarote Absorptionsspektrum der Kohlensäure in seiner Abhängigkeit von Druck und Partialdruck. Dissert. Berlin 1911. Verhandl. physik. Ges. 13 p. 617—643 (1911).
- [208] H. Donaldson, On the spectra of the electrodeless ring discharge in certain gases. Phil. Mag. (6) 22 p. 720—727 (1911).
- [209] G. Stead, On the separation of spectra in compound gases. Phil. Mag. (6) 22 p. 727—733 (1911).
- [210] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 2. Bd. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.
- [211] R. J. Strutt, A chemically active modification of Nitrogen, produced by the electric discharge. Proc. Roy. Soc. A 85 p. 219—229 (1911).
- [212] A. de la Baume-Pluvinet et F. Baldet, Sur le spectre de la comète Brooks (1911c). C. R. 154 p. 1286—1288 (1912).
- [213] A. Fowler, The spectrum of comet Morehouse. Astrophys. J. 35 p. 85—90 (1912).
- [214] P. Weiss, Notes on band spectra by W. Ritz. Astrophys. J. 35 p. 76—83 (1912).
- [215] A. Fowler and H. Shaw, The less refrangible spectrum of cyanogen, and its occurrence in the carbon arc. Proc. Roy. Soc. A 86 p. 118—130 (1912).
- [216] J. Schwedes, Über Intensitätsmessungen in Spektren strömender Gase bei hoher Stromdichte unter Verwendung von Gleichstrom. Dissert. Münster 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 169—204 (1913).
- [217] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. — Spectra of elements and compounds excited by the nitrogen. Proc. Roy. Soc. A 86 p. 106—117 (1912).
- [218] E. von Bahr, Über den Einfluß der Temperatur auf die ultrarote Absorption der Gase. Ann. d. Phys. (4) 38 p. 208—222 (1912).
- [219] H. Konen, Über die Beteiligung der Luft an der Emission des Lichtbogens bei Atmosphärendruck. Festschrift Med.-Naturw. Ges. Münster 1912, p. 28—42.
- [220] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and the spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).
- [221] A. Fortrat, Structure de quelques bandes spectrales. C. R. 154 p. 1153—1155 (1912).
- [222] R. Fortrat, Simplifications des raies spectrales par le champ magnétique. C. R. 155 p. 1459—1461 (1913).
- [223] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. Wien. Ber. 122 11a p. 807—833 (1913).
- [224] A. S. King, A study of the relation of arc and spark lines by means of the tube-arc. Astrophys. J. 38 p. 181—186 (1913).
- [225] K. Wolff, Untersuchungen im äußersten Ultraviolett. Ann. d. Phys. (4) 42 p. 825—839 (1913).
- [226] R. Fortrat, Groupements des raies réelles ou apparentes dans les spectres de bandes. C. R. 157 p. 991—994 (1913).
- [227] R. W. Lawson, Okkludierte Gase in Geißleröhren. Physik. Zs. 14 p. 938 bis 941 (1913).
- [228] W. Burmeister, Untersuchungen über die ultrarote Absorption einiger Gase. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 589—612 (1913).
- [229] E. v. Bahr, Über den Einfluß des Druckes auf die Absorption langwelliger Strahlen in Gasen. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 673—677 (1913).
- [230] E. v. Bahr, Über die ultrarote Absorption der Gase. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 710—730 (1913).
- [231] E. v. Bahr, Über die ultrarote Absorption der Gase. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 1150—1153 (1913).
- [232] A. Reiss, Beiträge zur Spektroskopie der Flamme. Verhandl. physik. Ges. 15 p. 1247—1258 (1913).

- [231] R. J. Strutt, An active modification of nitrogen produced by the electric discharge. *Proc. Roy. Soc. A* 88 p. 539—549 (1913).
- [235] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 133—172 (1913).
- [236] R. W. Lawson, The spectra of high-frequency discharge in Geissler tubes. *Phil. Mag.* (6) 26 p. 906—981 (1913).
- [237] F. Croze, Recherches expérimentales sur les spectres d'émission des gaz usuels. Thèse, Paris 1913. 101 pp.
- [238] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektra verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 289—312 (1914).
- [239] R. Fortrat, Simplification et régularisation des bandes spectrales par le champ magnétique. *C. R.* 158 p. 334—335 (1914).
- [240] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. *Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2* 10 Nr. 12 (1914).
- [241] R. Fortrat, Recherches de magnéto-optique. Thèse faculté d. sc. Paris 1914.
- [242] W. M. Watts, On the spectra given by carbon and some of its compounds; and in particular the „Swan“ spectrum. *Phil. Mag.* (6) 28 p. 117—128 (1914).
- [243] H. Deslandres et V. Burson, Action du champ magnétique sur les raies de séries arithmétiques dans une bande du gaz de l'éclairage. *C. R.* 157 p. 1105—1111 (1913).
- [244] H. Deslandres et V. Burson, Étude précise des spectres de bandes, dits „spectre de Swan“, dans le champ magnétique. Division et polarisation des raies spectrales. *C. R.* 158 p. 1851—1857 (1914).
- [245] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum. . . . *Wien. Ber.* 128 IIa p. 616—628 (1914).
- [246] W. Grotrian und C. Runge, Die sogenannten Cyanbanden. *Physik. Zs.* 15 p. 545—548 (1914).
- [247] Niels Bjerrum, Über ultrarote Spektren. II. *Verhandl. Physik. Ges.* 16 p. 640 bis 642 (1914).
- [248] K. Hof, Untersuchung über die Spektren von Kohlenoxyd und Kohlensäure. *Zs. wiss. Photogr.* 14 p. 89—88 (1914).
- [249] A. Reiss, Beiträge zur Kenntnis der Flammen. *Zs. phys. Chem.* 88 p. 513 bis 568 (1914).
- [250] H. S. Uhler, On Thiele's „phase“ in band spectra. *Astrophys. J.* 42 p. 72—81 (1915); *Zs. wiss. Photogr.* 15 p. 253—270 (1915).
- [250a] A. S. King and P. P. Koch, An application of the registering microphotometer to the study of certain types of laboratory spectra. *Astrophys. J.* 39 p. 261—277 (1914). *Mt. Wilson Contrib.* 77.
- [251] R. Soellger, Über die Emissionsbedingungen einiger Bandenspektren des Stickstoffs und Kohlenstoffs. *Physik. Zs.* 16 p. 55—59 (1915).
- [252] H. S. Uhler and R. T. Patterson, The structure of the third cyanogen band and the associated tails. *Astrophys. J.* 42 p. 484—468 (1915).
- [253] Th. R. Merton, On a spectrum associated with carbon, in relation to the Wolf-Rayet stars. *Proc. Roy. Soc.* 91 p. 498—503 (1915).
- [254] L. Kirchling, Gesetzmäßigkeiten in Bandenspektren. Dissert. Freiburg i. B. 1915.
- [255] Ch. W. Rafferty, On some investigations of the spectra of carbon and hydrocarbons. *Phil. Mag.* (6) 32 p. 546—559 (1916).
- [255a] H. F. Newall, F. E. Baxandall and C. P. Butler, On the identity of Fraunhofer's group G in the solar spectrum with the hydrocarbon band 4314. *Monthly Not.* 76 p. 640—641 (1916).
- [256] G. Wendt, Spektralanalytische Untersuchungen an Kanalstrahlen von C, Si und B. *Ann. d. Phys.* (4) 52 p. 761—774 (1917).
- [257] L. Hamburger, Over light-emissie door gassen en mengsels van gassen bij electrische ontladingen. Dissert. Delft, 1917. 187 pp.
- [258] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. *Astrophys. J.* 45 p. 254—268 (1917).

- [259] R. T. Birge, The mathematical structure of band series. II. Physic. Rev. (2) 11 p. 136—137 (1918).
- [260] Torsten Heurlinger, Untersuchungen über die Struktur der Bandenspektren. Lund 1918. 66 u. 41 pp.
- [261] T. Heurlinger, Über die Störungen in den Linienserien der Bandenspektren. Physik. Zs. 19 p. 316—318 (1918).
- [262] T. Heurlinger und E. Hulthén, Über die Struktur des Bandenspektrums brennender Kohlenwasserstoffe. Zs. wiss. Photogr. 18 p. 241—248 (1919).
- [263] H. Deslandres, Remarques sur la constitution de l'atome et les propriétés des spectres de bandes. C. R. 168 p. 1179—1180; 169 p. 593—598, 745—752, 1305—1371 (1919).
- [264] J. C. McLennan and R. J. Lang, An investigation of extreme ultra-violet spectra, with a vacuum grating spectrograph. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 258—273 (1919).
- [265] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra violet. Proc. Roy. Soc. A 95 p. 316—332 (1919).
- [266] S. Barratt, The origin of the „Cyanogen“ bands. Proc. Roy. Soc. A 98 p. 40 bis 49 (1920).
- [267] R. A. Millikan, The extension of the ultraviolet spectrum. Astrophys. J. 52 p. 47—64 (1920).
- [268] A. Bachem, Magnetoptische Untersuchungen an der Stickstoffbande 3883. Zs. f. Physik 3 p. 372—388 (1920).
- [269] G. A. Hemsalech, On the excitation of the spectra of carbon, titanium and vanadium by thermoelectronic currents. . . . Phil. Mag. (6) 39 p. 241—245 (1920).
- [270] W. H. Bair, The spectra of some compound gases in vacuum tubes. Astrophys. J. 52 p. 301—318 (1920).
- [271] T. Heurlinger, Über Atomschwingungen und Molekülspektren. Zs. für Physik 1 p. 82—91 (1920).
- [272] R. A. Millikan, J. S. Bowen and R. A. Sawyer, The vacuum-spark spectra in the extreme violet of carbon, iron, and nickel. Astrophys. J. 53 p. 150—160 (1921).
- [273] A. S. King, Intensity differences in furnace and arc among the component series in band spectra. Astrophys. J. 53 p. 161—164 (1921).
- [274] A. Kratzer, Zur Theorie der Bandenspektren. Habilitationsschrift. München 1921. Manuskript.
- [275] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. Phys. Rev. (2) 17 p. 528 bis 529 (1921).
- [276] A. Kratzer, Die Termdarstellung der Cyanbanden. Phys. Zs. 22 p. 552—555 (1921).
- [277] R. A. Millikan, The further extension of the ultraviolet spectrum and the progression with atomic number of the spectra of light elements. Proc. Nat. Acad. 7 p. 293 bis 294 (1921).

1. Linienspektrum.

Das Linienspektrum der Kohle, — wahrscheinlich noch immer recht unvollständig bekannt — ist durch eine Anzahl von Linien vermehrt worden. Zunächst haben Exner und Haschek [212] im langwelligen Teil des Funkenspektrums eine ganze Reihe Linien angegeben, von welchen einige wenige schon früher durch Ångström, Gramont, Eder und Valenta gefunden waren, die meisten aber neu sind, also nur auf einem Beobachter beruhen. Diese Linien, — reduziert auf das internationale System, sind:

6582.83	2	5145.2	1u	4771.8	1u	4580.1?	1u	4410.8	2u
6577.98	3	48.4	1u	4673.7	1u	4481.0	1u	4395.18	1u
5151.1	1u	33.2	1u	67.27	1	33	2u	4373.8	2u

Lockyer [189] fand im Spektrum von ϵ Orionis ein Linienpaar 4650, 4647, dessen Ursprung unbekannt war. Nach längerem Suchen zeigte sich, daß dieses Paar bei starken Entladungen in Geißlerrohren auftritt, die Kohlenstoff enthalten: es wurde hier gemessen zu: 4447.35 und 4650.74 (reduziert). Lockyer ist also geneigt, es für Kohlelinien zu halten. Dann findet Morton [253] im Funken zwischen Kohlespitzen in Wasserstoffatmosphäre dieselben beiden Linien, nebst folgenden: 5826, 5812, 5801, 5696, 4651, die also auch zu Kohle gehören müßten¹⁾. Die ganze Reihe tritt in den Wolf-Rayet-Sternen auf.

Von der charakteristischen Linie des sichtbaren Spektrums bei 4367, von welcher schon Hartmann [158] vermutet hatte, sie sei doppelt, findet King [225] das bestätigt; der Abstand der Komponenten sei 0.26, die langwellige Komponente doppelt so stark wie die kurzwellige. Man vergleiche auch hierzu die photometrischen Kurven von King und Koch [250a].

Eder [245] bestimmt die Linie, die bisher die kürzeste Wellenlänge hatte, zu 2296.85. Ferner findet er, daß eine Linie bei 1931, deren Zugehörigkeit nicht sicher schien, — Schumann hatte sie für Si gehalten, Eder und Valenta hier eine Aluminiumlinie gefunden, — doppelt sei. Er mißt: 1930.85 (2) und 1930.07 (8). Die Aluminiumlinie liegt dazwischen bei 1930.33.

Der Hauptfortschritt ist aber bei noch kürzeren Wellenlängen erreicht worden; Wolff [226], Lyman [193], Mc Lennan [264, 265], endlich Millikan [267, 272] sind gewaltig weit in das Schumanngebiet eingedrungen, Millikan scheint sogar das Röntgengebiet erreicht zu haben. Die Besprechung mag von der weitaus vorzüglichsten Arbeit ausgehen, der von Millikan. Er photographiert mit einem im Vakuum aufgestellten Konkavgitter von etwa 1 m Krümmungsradius, erhält auf seinen Platten das ganze Spektrum erster Ordnung von der Wellenlänge 0 bis etwa λ 2200. Die kurzwelligen Linien z. B. λ 500, werden sich also in 0ter, erster, zweiter, dritter, vierter Ordnung auf der Platte finden, und dadurch ist die Möglichkeit gegeben, die Wellenlängen ohne alle übrigen Hilfsmittel mit großer Genauigkeit absolut zu bestimmen. Die Messung wird kontrolliert und bestätigt dadurch, daß theoretisch von Paschen berechnete Serienlinien sich mit großer Genauigkeit vorfinden. Millikan schätzt die Fehlergrenze bei scharfen Linien auf 0.1 Å. Die auflösende Kraft dagegen ist gering, Linien, die um wenige Å. auseinanderliegen, werden nicht getrennt. Als Lichtquelle benutzt Millikan einen sehr kurzen kräftigen Funken im Vakuum. Das Kohlespektrum bricht plötzlich mit der Linie 880.5 Å ab, während andere Elemente noch kürzere Wellenlängen geben.

Ein Vergleich mit den Messungen von Lyman [193] zeigt, daß derselbe eine ganze Anzahl Kohlelinien im Heliumspektrum und im Metallfunkenpektrum als unbekannte, zum Teil als Kohle vermutete, Linien gemessen hat, und seine

1) Morton bespricht hier auch eine Linie 5592, welche aber nach Fowler und Brooksbank (Monthly Not. 77 p. 511—517, 1917) zu Sauerstoff gehört.

Messungen stimmen sehr schön mit denen von Millikan [267]. -- In [277] berichtet Millikan kurz über seine Messungen im Ultraviolett. Zwischen 1335.0 Å und 380.5 Å erstreckt sich ein linienreiches Spektrum, das Millikan als zusammengehörig ansieht. Die stärkste Linie ist 1335. Sie wird als die Linie L_{α} des Röntgenspektrums angesprochen. Kurth bestimmt indirekt [275] 43.6 für K_{α} , während Millikan 44.4 berechnet. Oberhalb 1335 sind die C-Linien spärlich und weit zerstreut.

Wolff [226] hat nur einige wenige Linien, die sich im allgemeinen auch gut einfügen. McLennan gibt zwei Messungsreihen; die zweite, mit Ainslie und Fuller [265] gemachte, paßt einigermaßen, die erste, mit Lang gemachte [264] dagegen paßt absolut nicht. Es handelt sich dabei um den Kohlebogen; nimmt man an, daß es im wesentlichen das gleiche Spektrum sei, so sind alle Angaben viel zu hoch, die Differenzen liegen zwischen 7 und 24 Å. E. In der folgenden Tabelle berücksichtige ich diese Messung von McLennan nicht, da der Vergleich zu unsicher ist, sondern gebe diese Liste besonders.

	Millikan [267, 272]	Wolff [226]	McLennan [265]	Millikan [272]	Millikan [272]		
2026	1 1			1335	0 15	980	6 0
1908	0			24	7 7	74	4 0
81	1 7	1.05 8	30.5 15 1)	22	8 2	45	6 4
10	2 0	—	—	10	5 1	36	4 1
1827	3 1	6.80 1	—	1399	27 3	04	1 10
20	—	0.47 2	—	96	8 2	484	8 1
07	—	7.89 4	—	94	97 2	58	5 5
1758	—		58.1 9	74	7 5	48	4 0
52	8 2		49.7 5	62	4 5	10	0 5
1670	6		—	47	5 7	06	7 6
57	6 5	6.44 6	—	30	2 2	790	9 5
54	—	4.96 10	58.9 10	15	7 5	86	5 1
58	—	8.94 5	—	08	67 5	49	67 0
24	37 1		—	1194	1 8	45	6 0
15	6 1		—	75	6 15	11	0 0
1561	3 5		62.0 9	41	5 4	687	8 8
61	—		61.2 9	87	4 3	61	5 0
80	—		60.5 9	11	3 2	51	5 6
50	9 3		50.7 2	09	67 3	41	8 5
48	8 4		48.5 3	1092	6 3	36	3 3
1482	1 1		68.8 5	85	37 3	09	57 1
68	7 2		64.5 6	66	07 3	00	27 1
32	2 1			36	7 12	595	1 5
26	9 1			22	8 1	85	7 3
02	97 4			10	2 10	74	5 6
1888	97 4			991	17 2	64	7 3
62	67 5			77	1 12	60	5 3
56	2 1			66	0 0	49	6 2

1) Nach Eder [245]: 1980.85 und 1980.07.

Millikan [272]	Millikan [272]	Millikan [272]	Millikan [272]
48 5 2	17 6 1	59 7 6	84 4 4
28 4 7	511 7 1	50 9 1	72 17 2
33 3 2	499 7 4	19 8 1	60 5 0
30 3 2	93 7 1	386 4 4	

Die erste Messung von Mc Lennan lautet:

2023 (5), 2020 (1), 1955 (1), 1933 (25) 1813 (1), 1767 (1), 1759 (1), 1667 (25), 1578 (1), 1574 (25), 1497 (1), 1477 (2), 1447 (2), 1416 (1), 1353 (30d), 1348 (25), 1343 (2), 1328 (2), 1299 (3), 1297 (5), 1281 (4), 1200 (1), 1064 (2), 1039 (1), 1004 (3), 934 (2), 918 (1), 584 (1).

Sonst ist in bezug auf das Linienspektrum noch zu erwähnen, daß Hartley und Moss [221] die Linie 2478 als empfindlichste angeben, wie schon früher Gramont [183]. Paulson [240] glaubt auch im Kohlenspektrum Gruppen mit gleichen Schwingungsdifferenzen zu finden und gibt folgende Tabelle:

λ	$\frac{1}{\lambda}$	Differenz	λ	$\frac{1}{\lambda}$	Differenz
6578.7 (1)	15300.6	12.7	5841.0 (3)	17227.4	23.0
6584.2 (1)	15187.9		5848.8 (3)	17093.5	42.5
			5862.2 (3)	17061.0	
3919.7 (4)	25512.2	11.1	5183.7 (7)	19470.1	43.4
3921.4 (2)	25501.1		5144.9 (7)	19488.7	23.7
			5151.2 (7)	19418.0	
2836.9 (6)	35249.7	11.1			
2837.8 (6)	35238.6		2509.2 (8)	39853.3	42.8
			2511.9 (8)	39810.5	

Nach Wendt [256] ist λ 2478 eine einwertige, λ 4267 eine zweiwertige Linie.

2. Cyanbanden.

Mit diesem Namen bezeichnen wir im Anschluß an die historische Entwicklung bis auf weiteres die Banden, die in kohlenstoffhaltigen Flammen, im Bogen, im Funken, in zahlreichen anderen Entladungsvorgängen beobachtet werden. Schon Faraday hat sie gesehen, und sie sind seitdem wegen ihrer Auffälligkeit und des scheinbar deutlich gesetzmäßigen Baues der Gegenstand zahlloser Untersuchungen gewesen. Im Bande V ist eingehend über die Entwicklung unserer Anschauungen über die Herkunft und den Bau dieser Banden berichtet worden. Die Mehrzahl der Beobachter, und gerade die sorgfältigsten unter ihnen, stimmten darin überein, daß die fraglichen Banden einer Verbindung des Kohlenstoffs mit Stickstoff zukommen. Trotz mancher Bedenken glaubte man im Cyan diese Verbindung sehen zu müssen. Daher haben die fraglichen Banden den Namen Cyanbanden erhalten. Es sei daran erinnert,

daß es sich um zwei verschiedene Gruppen handelt, die eine im Rot gelegen und nach Rot abgeschattiert, die andere aus vier Einzelsystemen bestehend, im Violett und Blau gelegen und nach Violett abgeschattiert. Es sei nun hinzugefügt, was über diese Banden seit 1909 publiziert worden ist. Wir wollen das Material nach zwei Gesichtspunkten besprechen: a) Ursprung der Banden, b) Erzeugung, Messung und Bau der Banden. Die Arbeiten, die sich mit der Variation der Banden, insbesondere mit dem Zeemaneffekt befassen, sollen am Schluß der Besprechung der Bandenspektren der Kohle für alle Banden gemeinsam behandelt werden.

a) Ursprung der „Cyanbanden“. Die Frage gehört zu den bekannten spektroskopischen Streitfragen, bei denen eine Entscheidung auf die größten Schwierigkeiten stößt, zum Teil wegen der Zweideutigkeit der Fragestellung selbst, da möglicherweise die Anwesenheit einer Substanz zur Erzeugung einer bestimmten Emission einer anderen Substanz begünstigend wirken kann, wie z. B. die Anwesenheit von H zur Emission des Heliums, ohne daß die Verbindung der beiden Substanzen der Träger der Emission zu sein brauchte. Hiervon abgesehen, lassen sich zwei Klassen von Argumenten unterscheiden, die für die Herkunft eines Bandenspektrums angeführt werden können. Die erste Art zieht chemische Erwägungen heran. Durch Ausschließung einer der beiden fraglichen Komponenten oder beider, ferner durch das Auftreten der Emission in bestimmten Reaktionsräumen oder unter bestimmten Bedingungen von chemischen Gleichgewichten wird unter Vergleich der auftretenden Emissionen auf die Anwesenheit oder Existenzmöglichkeit einer Verbindung geschlossen. Die zweite Argumentation geht von theoretischen Gesichtspunkten aus und schließt aus Zahlenbeziehungen im Bau zweier Bandenspektren auf die Identität der Träger. Beide Beweisführungen haben ihre Mängel. Es ist praktisch unmöglich, geringste Spuren weitverbreiteter Elemente, wie etwa des Kohlenstoffs, auszuschließen. Bei der Empfindlichkeit der meisten Spektralreaktionen bedeutet das, daß stets der Einwand gemacht werden kann, daß die fragliche Substanz doch vorhanden sei. Der zweite Weg der theoretischen Ableitung erscheint sehr aussichtsreich. Allein um ihn zuverlässig zu machen, müßte die Theorie doch wohl noch weiter entwickelt und die Rechnung detaillierter durchgeführt sein, als es bisher der Fall ist. Namentlich erscheinen einzelne Zahlenbeziehungen zwischen den Koeffizienten von Reihenformeln an sich nicht sehr beweiskräftig, zumal wenn es sich um den Vergleich von Elementen mit nahezu gleicher Ordnungszahl und Atomgewicht handelt. So kann es nicht verwundern, daß die Meinungen über den Ursprung der Cyanbanden noch keineswegs geklärt sind. Während die Theoretiker und eine Reihe von Experimentatoren sich der von Runge und Grotrian [246] vertretenen Ansicht zuneigen, daß das Cyanspektrum in Wahrheit ein Teil des Stickstoffspektrums sei, wird von anderer Seite, namentlich von vielen Chemikern, ebenso energisch an dem Standpunkt Liveing und Dewars festgehalten, daß die fraglichen Banden dem Cyan oder doch einer Kombination von Kohle und Stickstoff zu-

zurechnen seien. Wir glauben, daß eine sichere Entscheidung zwischen beiden Ansichten zurzeit auf Grund der bisher bekannten Tatsachen und Theorien noch nicht möglich ist, und halten es daher für zweckmäßig, daß einstweilen die alte Bezeichnung der Banden beibehalten wird, ohne daß damit gesagt werden soll, daß diese nun gerade dem chemischen Körper Cyan zugerechnet werden sollen. Wir führen nun die von beiden Seiten vorgebrachten Versuche und Gründe an.

Grottrian und Runge [246] benutzen den hochgespannten Lichtbogen wie er bei der Stickstoffoxydation verwendet wird. Das betreffende Gas, hier also der Stickstoff, strömt in Spiralbahn durch das lange Rohr, in dem der Bogen brennt. Nur unmittelbar an den Elektroden ist das Material derselben im Spektrum bemerkbar, in der Mitte findet man nur die Gasemission. Läßt man Luft durchströmen, so findet man ein neues Spektrum des Sauerstoffs, das Runge¹⁾ später ausgemessen und auf seinen Bau untersucht hat, ebenso wie Kratzer [274]. In reinem Stickstoff findet man neben den schwach auftretenden positiven und negativen Banden hauptsächlich die Cyanbanden. Ihre Erklärung durch C erscheint ausgeschlossen. Zufuhr von CO_2 in großer Menge schwächt sogar die Banden. Die Kohlenstoffbanden und die Kohlelinie 2478 fehlen. Verwendet man Kohleelektroden statt der Metallelektroden, so treten in der Nähe der Elektroden die C-Banden auf, in der Mitte nicht.

Aus diesen Umständen wird geschlossen, daß die Kohle nicht nötig sei zur Emission der fraglichen Banden. Die früheren Untersuchungen seien deswegen in die Irre gegangen, weil man die Anwesenheit der Kohle für selbstverständlich gehalten und sich darauf beschränkt habe, die Notwendigkeit des Stickstoffs nachzuweisen. Daß die Cyanbanden überhaupt im Kohlebogen in Luft auftreten, erkläre sich daher, daß die Kohle innerhalb des Bogens den Sauerstoff beseitige und so die Bahn für die Stickstoffemission frei mache. Aus demselben Grunde habe auch Hagenbach (Physik. Zs. 10 p. 644)–657 (1909) die Cyanbanden im Bogen zwischen Kupferstäben gefunden. Somit wird das Cyanspektrum dem Stickstoff zugerechnet. Uhler und Patterson [252] wiederholen die Versuche von Grottrian und Runge und bestätigen sie.

Dieser Ansicht schließen sich nun Heurlinger [260, 271] und Kratzer [274, 276] aus theoretischen Gründen an, und zwar deshalb, weil die Konstanten in den Serienformeln der sogenannten Cyan- und negativen Stickstoffbanden nahezu gleich ausfallen, so daß man beide Gruppen von Banden zusammenfassen und somit die Cyanbanden aus den Stickstoffbanden berechnen kann.

Indes lassen sich gegen beide Argumente, so einleuchtend sie auf den ersten Blick erscheinen, einige gewichtige Bedenken erheben, und es lassen sich auch Gegengründe anführen, die nicht ohne Bedeutung sind.

Zunächst läßt sich nicht nachweisen, daß bei dem Versuche von Runge und Grottrian nicht doch Spuren von Kohlenstoff gegenwärtig waren. Hier-

1) C. Runge, Über ein neues Bandenspektrum des Sauerstoffs. Physica 1 p. 254 bis 261 (1921).

von gilt das oben Gesagte. Gegen Heurlinger und Kratzer läßt sich einwenden, daß die ungefähre Übereinstimmung einiger Konstanten noch nicht viel beweist, da Stickstoff und Kohle im Atomgewicht zu nahe beieinander liegen, als daß der Einfluß der Differenz notwendigerweise im Trägheitsmoment oder in Gliedern, die von der Masse abhängen, in die Erscheinung treten müßte. Auf der anderen Seite werden eine Reihe wohlbekannter Erscheinungen schwer verständlich, wenn man die Banden dem Stickstoff zuschreibt. Es ist wahr, daß es sehr schwer fällt die Cyanbanden aus Vakuumröhren zu entfernen, und daß man in vielen Aufnahmen von Stickstoffröhren noch Spuren von Bande 8888 findet. Allein die Intensität dieser Emission ist verschwindend gering gegenüber der Emission der eigentlichen Stickstoffbanden, und sie wird durch eben die Mittel verringert, die im allgemeinen die kohlenstoffhaltigen Substanzen aus der Röhre entfernen, nicht etwa den Stickstoff. Je sorgfältiger hier verfahren wird, um so geringer sind die Spuren der Cyanbanden. Von großer Bedeutung ist ein Versuch, über den P. Zeit (Dissert. Bonn, 1921) berichtet. In einem N-Rohr erhielt er auch zuerst die Cyanbanden; aber eine starke kondensierte Entladung beseitigte sie vollständig, und sie erschienen dann auch bei unkondensierten Entladungen nicht mehr, während die N-Banden unverändert geblieben waren. Offenbar war die C-Verbindung dissoziiert, der Kohlenstoff an der Wandung des Rohrs in fester Form niedergeschlagen worden. — Daß man auf gleiche Weise auch das CO-Spektrum beseitigen kann, hat Lyman beobachtet (Proc. Americ. Acad. 45 p. 316, 1910).

Sodann ist schwer verständlich, warum die Cyanbanden in den meisten Bogenspektren zwischen Metallelektroden so schwach sind. Auch hier finden sie sich fast immer spurenweise. Allein sie treten sehr viel schwächer auf, als im Kohlebogen (vgl. Konen [220]). Weitere Gründe führt Barratt [236] an. Zu vielen alten Versuchen, namentlich über Entladungen in Flüssigkeiten, sucht er neue hinzuzufügen. Es sei nur ein Versuch erwähnt, der besonders wichtig erscheint. Brennt man Stickoxyd mit Leuchtgas, so erscheinen die Cyanbanden kräftig, ersetzt man das Leuchtgas durch Wasserstoff, so verschwinden sie. Strömt dagegen der Wasserstoff durch ein Gummirohr zu, so treten die Banden wieder auf. Auch bei sonstigen Flammenkombinationen erscheinen die Cyanbanden nur, wenn gleichzeitig N und C vorhanden sind. Auf die Diskussion der Gründe von Runge und Grotrian durch Barratt sei hier nur hingewiesen, ebenso auf die Versuche von Reis an Flammen [233, 249]. Während Barratt die Folgerung von Grotrian und Runge völlig ablehnt, ist Reis nur der Ansicht, daß jedenfalls in Flammen und in den Reaktionen des aktiven Stickstoffs das C-Spektrum nur dann gefunden wird, wenn nachweisbare Mengen von Dicyan vorhanden sind. Man findet eine Reihe weiterer interessanter Einzelheiten bei Reis. Er benutzt gespaltene und ungespaltene Flammen verschiedener Zusammensetzung. Aus dem Verhalten des Zwischengases der Cyan- und Azetylsauerstoffflamme wird auf die Zugehörigkeit des C-Spektrums zum Kohlenstoff geschlossen. Die Bande 8860

wird erstmalig als nicht dem Cyan zugehörig nachgewiesen. Reis rechnet sie zum Stickstoff oder einer Verbindung mit Wasserstoff. In der Cyan- und NH_3 -Flamme tritt sie zusammen mit der sogenannten dritten positiven Gruppe des Stickstoffs auf. In dem Innenkegel einer Cyanflamme findet sich neben den Cyanbanden die Kohlelinie 2478. In Flammen, die nur Cyanwasserstoff, kein Dicyan enthalten, fehlen die Cyanbanden, wozu paßt, daß nach Strutt [234] aktiver Stickstoff nur beim Zusammentreffen mit Cyan, nicht mit Cyanwasserstoff, die Cyanbanden erregt. Wenn v. Wartenberg (Angabe nach Runge und Grotrian) kein Cyan im Bogen finden konnte, so steht dem entgegen, daß schon Dewar (Proc. Roy. Soc. 28 p. 188—189, 1878) die Bildung von Cyanwasserstoff nachwies.

Wir lassen nun noch einige andere Arbeiten folgen, die sich in der einen oder anderen Weise mit der Zurechnung der Cyanbanden zu einer Verbindung beschäftigen ohne Entscheidendes beizubringen.

Strutt hatte gefunden, daß aktiver Stickstoff mit manchen Kohleverbindungen ein helles Cyanspektrum hervorbringt [211, 234], mit anderen, z. B. Benzoldampf, nicht, ferner, daß die rote Gruppe der Cyanbanden mit einzelnen Verbindungen intensiv erscheint, z. B. mit Kohlenstofftetrachlorid, Chloroform, Bromoform usw., mit anderen nur schwach. Er vermutet einen Zusammenhang des orangefarbenen Leuchtens mit einem Chlorid oder Bromid des Cyans. Dieser Annahme widerspricht Reis [233], der indes auch seinerseits in vielen Fällen ein gegensätzliches Verhalten der beiden Hauptteile des Cyanspektrums findet. — Hemsalech meint sogar (Phil. Mag. (6) 39 p. 241—285, 1920), daß die Anwesenheit von Stickstoff nicht nötig sei, um die Banden hervorzurufen. Gramont und Drecq [194] meinen, daß das Cy durch den Funken zersetzt werde, es könne also nicht zur Entstehung der Banden notwendig sein. Andererseits finden sie, daß das Cy-Spektrum im Funken nach Natriumkarbonat auftritt, während es im Funken nach Natriumchlorid oder Natriumbromid nicht erscheint, es genügt ein Zusatz von 5 pro Mille Natriumkarbonat, um es wieder hervorzurufen. Offenbar läßt sich dieser Versuch wieder zugunsten des Cyans deuten.

b) Herstellung, Messung und Bau des Cyanspektrums. Es wurde bereits erwähnt, daß das Cyanspektrum aus zwei sehr verschiedenen Teilen besteht, den nach Rot abgeschattierten Banden im Rot und den vier entgegengesetzten Bandengruppen im Violett. Eine fünfte, bei 3360 gelegene Gruppe, die nach Liveing und Dewar bisher ebenfalls zum Cyan gerechnet wurde, ist wohl hier zu streichen. Sie gehört, wie Reis und andere nachgewiesen haben, einer anderen Verbindung an.

Die roten Cyanbanden sind bisher nur wenig untersucht worden. Strutt und Fowler fanden [218], daß aktiver Stickstoff mit verschiedenen Kohleverbindungen, namentlich mit Tetrachlorkohlenstoff, die Banden stark und isoliert hervorbringt. Diese Methode benutzen Fowler und Shaw [216], um das Spektrum genauer zu untersuchen, gleichzeitig mit dem Spektrum des Cyans

in einer Geißleröhre (Strömungsmethode) und dem Spektrum einer Cyanluft- oder Cyansauerstofflampe. Es finden sich zahlreiche, nach Rot abgeschattete Banden mit je drei Kanten am Beginn. Bei den meisten Banden folgt noch eine vierte Kante. Die Spektren sind bei den drei Erregungsarten nicht identisch in bezug auf die Intensitätsverteilung; am meisten weicht das Geißlerrohr ab. Auch innerhalb der einzelnen Banden ist der Intensitätsabfall bei verschiedenen Erzeugungsarten des Spektrums verschieden. Alle Hauptbandengruppen lassen sich in sieben Reihen unterbringen; die stärksten dritten Kanten werden durch die Formel

$$n = 12.90 [(p + 0.6)^2 - (m + 0.8)^2] - 9741,$$

dargestellt, wobei p von 73 bis 79, m von 65 bis 66 geht. In der folgenden Tabelle sind in der ersten Kolonne die Wellenlängen der Kanten angegeben, in den drei folgenden die Intensitäten im Falle der Flamme, des Geißlerrohrs, mit aktivem Stickstoff, in der fünften und sechsten die Werte von p und m für die betreffende Bande.

Die Autoren zeigen ferner, daß dieselben Banden auch im gewöhnlichen Kohlebogen vorhanden sind, freilich versteckt unter zahllosen andern Bandenlinien. Sie finden ferner, daß die Banden nicht auftreten, wenn der Bogen in Wasserstoff oder Sauerstoff oder Chlor brennt, so daß ihr Ursprung von $C + N$ sehr wahrscheinlich ist.

Wie Heurlinger und Kratzer zeigen, die diese Banden ebenfalls berechnen [271, 274], stimmen die Konstanten der höheren Glieder der Seriendarstellung für den roten und violetten Teil der Cyanbanden überein.

Croze [198] erhält eine Verlängerung des Spektrums ins Ultrarot; er mißt ungefähr: 7254, 7400, 7586, 8001, 8184.

Es sei noch auf die große Ähnlichkeit dieser Banden mit der ersten positiven Gruppe des Stickstoffs hingewiesen.

Flamme	Geißler- rohr	Akt. N.	p	m	Flamme	Geißler- rohr	Akt. N.	p	m
7485			76	68	8621.4				
7288					8508.0				
7278					8494.7	9	10	10	
7259			77	64	8479.8			77	63
7119					8467.8				
7110					8457.0				
7091			78	65	8448.9		1	1	
6961.6	1	1	74	60	8433.8			73	58
6954.9					8355.5				
6946.0	2	2			8347.9	10	9	6	
6928.2		1	79	66	8332.8			78	64
6818.2					8301.8				
6809.8	1	2			8294.8		1	2	
6798.1			75	61	8280.0			74	59
6780.2					8272.5				
6657.2					8214.4				
6648.7	4	9			8206.7	6	4	1	
6632.2			76	62	8192.3			79	65

Flamme	Geißler- rohr	Akt. N.	p	m	Flamme	Geißler- rohr	Akt. N.	p	m
6154.1					5858.4				
6147.4	1	8	3		5255.4				
6133.6			75	60	5250.7	2	3	5	
6124.4					5240.2			78	62
6018.5					5233.2				
6006.9	2	6	6		5171.6				
5993.5			76	61	5167.5		1		
5984.9					5156.3			75	58
5886.2		1	1	73	5150.4				
5878.8				57	5144.9				
5872.2	2	9	9		5139.6		1		
5858.7			77	62	5130.3			79	63
5850.6					5058.2				
5749.3					5054.2		1	1	
5743.3	5	7	7		5043.7			76	59
5730.8			78	63	4949.7				
5722.4					4945.9	1	2	3	
5747.9					4936.4			77	60
5742.2		1	1		4931.3				
5739.1			74	58	4845.9				
5625.6					4842.3	1	2	4	
5619.4		2	2		4833.2			78	61
5607.3			79	64	4828.3				
5616.3					4798.1				
5611.1	3	3	4		4794.6		1		
5598.9			75	59	4785.5			75	57
5591.2					4746.0				
5490.8					4742.3		2		
5485.5	2	5	5		4733.3			79	62
5474.1			76	60	4694.6				
5467.4					4691.3		2		
5370.9					4682.6			76	58
5365.6	2	4	6						
5354.8			77	61					

Außerdem ist noch eine Serie schwächerer Banden vorhanden.

Für die Banden im sichtbaren und ultravioletten Gebiet liegen neue Messungen von Eder und Valenta [192] und von Exner und Haschek [210] vor, welche ich auf I. A. umgerechnet habe:

Eder und Valenta			Exner und Haschek			Eder und Valenta			Exner und Haschek		
4806	10	10	4215	96	97	3838	40	35			
4577	98	98	4197	08	07	71	89	38			
58	08	12	80	82	84	61	71	71			
31	78	85	90	58	—	61	—	55			
14	72	77	67	61	63						
02	10	10	66	74	—	3590	33	34			
4495	10		54	01	02	85	80	82			
98	91					83	91	83			

Für die Gruppe IV bei 3883 sind ausgezeichnete detaillierte Messungen von Uhler und Patterson [252] vorhanden. Nach ihnen sind die Kanten: 3883.402; 3871.441 nebst einer vorherrschenden, nicht meßbaren Linie; 3861.854 und 3861.567; 3854.774 und 3854.566. Die Existenz einer fünften, von Deslandres bei 3851 angegebenen Kante bezweifeln sie. Die Verfasser suchen mit großer Sorgfalt Linienserien heraus¹⁾, von welchen die erste sich bis zur 168. Linie verfolgen ließ. Es zeigt sich, daß in allen die erste Schwingungsdifferenz wächst, ein Maximum erreicht, dann wieder abnimmt, was bekanntlich der Bandenformel von Deslandres widerspricht, von der Thieles verlangt wird. King [144] hatte zuerst in der Bande 3883 am Ende Kanten entgegengesetzt laufender Banden beobachtet und sie als „Schwänze“ erklärt, d. h. Stellen, wo nach der Thieleschen Theorie die Linienserien wieder zu einer Kante zusammenlaufen. In anderer Weise hatte Jungbluth [165] Köpfe und Schwänze einander zugeordnet. Die Autoren zeigen nun zweifellos [250, 252], daß eine solche Zuordnung unmöglich ist. Zu dem gleichen Schluß war schon früher Weiß [215] gelangt. Sie bezweifeln auch für die meisten der von King angenommenen Schwänze, daß sie wirklich Enden (oder Anfänge) von Serien seien, mit Ausnahme der beiden bei 3483 und 3405. — Was aber diese Schwänze sind, ob es zu Cy gehörige, nach Rot abschattierte Banden sind, bleibt unbekannt. Sollten sie sich als Teile der Cyanbanden erweisen, etwa in dem Sinne von Umkehrstellen, so würde das die ganze Theorie der Bandenspektren in ihrer gegenwärtigen Form umstürzen. Auch in der dritten Cyangruppe sind solche Schwänze beobachtet (Bd. V p. 229).

Bei der Aufstellung der Serien machen die Verfasser auch auf die vielen Unregelmäßigkeiten der Struktur aufmerksam. — Endlich sei hier noch erwähnt, daß sie von einem in N brennenden Kohlebogen zwei bisher unbekannte Bänder erhalten, die nach Rot abschattiert sind. Das von kürzerer Wellenlänge zeigt keine Kante, das andere hat seine Kante bei 3280.85. Der chemische Ursprung ist nicht festgestellt.

Auch Birge [259] macht Rechnungen zur Darstellung der Serien in Bandengruppe 3883.

Daß in der Bande 3883 relative Intensitätsveränderungen der verschiedenen Linienserien auftreten, hatte zuerst Deslandres bemerkt, dann Haverkamp [187] genauer erfolgt. Es handelt sich um die Stelle 3875; Haverkamp fand, daß Druckdifferenzen diese Wirkung hervorbringen. Strutt und Fowler [218] bemerken nun, daß in den Banden, welche durch das Zusammentreffen von aktivem Stickstoff mit Kohleverbindungen auftreten, das Helligkeitsminimum an der betreffenden Stelle sehr stark hervortritt, und daß das gleiche Phänomen in erhöhtem Maße bei der Cy-Bande 4216 erscheint; schöne Photographien zeigen es sehr deutlich. An anderen Stellen aber sind die Bänder viel heller, es sieht so aus, als ob neue Banden auftreten, deren Kanten etwa bei 4495, 4153,

1) Einzelne Umstellungen nehmen Heurlinger (260, 261) und Bachem (268) vor.

3850 liegen mußten: aber die Dispersion der Aufnahmen genügte nicht, um sicher aufzuklären, ob es sich um Auftreten neuer Banden oder Verstärkung schon vorhandener Linienserien handelt. Auch die „Schwanz“-Serien der Gruppe 4216 werden in ihren Intensitätsverhältnissen geändert.

Ähnliche Änderungen findet King [273] in seinem elektrischen Ofen. Das Band 3883 zeigt nach King [258] deutlich anomale Dispersion.

Eine größere Anzahl von Untersuchungen hat sich mit dem Bau und der Theorie des Cyanspektrums befaßt, seitdem durch die Auffindung der Nullstellen durch Heurlinger [261] und durch die Entwicklung des Lenz-Heurlinger-schen Modells für die kurzwelligen Bandenspektren neue Wege eröffnet waren. Man findet bei Heurlinger [260] eine Neumessung und Ordnung der Cyanbande 4216, die Untersuchung ihrer Unregelmäßigkeiten und die Berechnung von Serienformeln, ferner Berechnungen für die roten Banden. In [271] gibt Heurlinger neben theoretischen Darlegungen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, Formeln für die Nulllinien oder Kanten. In [274] liefert Kratzer eine theoretische Begründung der Heurlingerschen Formel für die Nulllinien und eine zahlenmäßige Berechnung der violetten Cyanbanden mit Hilfe der neuen Formeln. Im ganzen zeigen sich die neuen Überlegungen sehr brauchbar. Die älteren Berechnungen von Kilchling [254] dürften überholt sein, da es unter gewissen Voraussetzungen Kratzer gelingt, sämtliche Linien des violetten Cyanbandensystems durch eine theoretisch begründete Formel darzustellen und die Koeffizienten dieser Darstellung zu deuten. Eine Wiedergabe dieser Gesetzmäßigkeiten im einzelnen wäre nur möglich, wenn das ganze Wellenlängenmaterial für die Banden abgedruckt werden könnte, was aus Raumangel nicht der Fall ist.

3. Bandenspektrum der Kohle, Swan-Spektrum.

Es liegen einige neue Messungen vor. Für die Gruppe I hat Fowler angenäherte Messungen gemacht, die in Watts, Index of spectra, Appendix V, p. 67 veröffentlicht sind. Sie lauten: 6191.1, 6121.8, 6059.9, 6005.1, 5958.2. Für das übrige Spektrum liegt Messung einer Anzahl von Kanten vor, von Komp¹⁾ eine sehr genaue Messung der Gruppe II, nebst Aufsuchung der in

Komp	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Raffety	Komp	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Raffety
5685	504	21	4.82	4787	00	6.84	
5585	498	28		15	18	02	
40	890	64		4697	39	41	
01	914			84	76	82	
5472	670						
				4881	76		65
5165		18	18	71	14		0.74
29		19	18	64	86		84

1) R. Komp, Die grüne Kohlebande 2 5685. *Zs. f. wiss. Photogr.* 10 p. 117—184 (1912).

ihr vorhandenen Serien. In der vorstehenden Tabelle sind diese Messungen zusammengestellt, wobei ich wieder Eder und Valenta [192] und Exner an Hasek [210] auf I.A. reduziert habe.

Für die Gruppe II gibt Heurlinger [260] eine Neuberechnung und Neuordnung, in [261] Formeln für die Gruppen I bis IV. Zur Gruppe V macht Raffety [255] folgende Bemerkung: Er benutzt unter anderem einen Bogen, der in Leuchtgasstrom brennt, und findet, daß die Gruppe in diesem Bogen im gewöhnlichen in Luft, und in der Gasflamme verschieden sei. Er gibt folgende Tabelle:

	Bogen in Luft	Bogen in Leuchtgas	Flamme		Bogen in Leuchtgas
4381	65	70	—	4324	03
80	—	67	67	23	30
72	—	34	33	23	19
70	74	74	77	23	04
69	—	09	—	22	20
64	84	84	03	21	6

Fortrat [222] beschäftigt sich mit der Gruppe III. Er gibt an, die von allen bisherigen Beobachtern bei 5820 angegebene zweite Kante sei keine Kante sondern nur eine Störungsstelle. Fortrat berechnet Formeln für die Serie für die stärkste Serie gilt: $n = 25.45 m^2 + 24.63 m + 1935936 - 0.0006 m$. King [225] findet, daß diese Gruppe in seinem Kohleofen anders aussieht, als im Lichtbogen: die schöne Tripletserie, die sonst an der Kante ungemün schwa beginnt und erst allmählich kräftiger wird, ist im Ofenspektrum stark. Da die relativen Intensitäten der Linienserien in dieser Bande mit dem Druck variieren, war schon früher bekannt. Vgl. Bd. V p. 227. Strutt [200] bringt ozonisierten Sauerstoff mit Azetylen in Berührung; das auftretende Licht zeigt das Swan-Spektrum und C + H; die Temperatur des Gasgemisches beträgt 100° C. — Oldenberg [235] findet, daß im Kern des Kohlebogens die C- und Cy-Banden am intensivsten sind, nach außen abnehmen.

Watts [242] gibt eine von P. K. Jones berechnete Formel, welche alle C-Banden zusammenfaßt. Sie lautet: $n = 2407.015 - 19.6 (p + 0.00309)^2 + 11.6422 (m + 0.83429)^2$ für $p = 43, 44, 45, m = 63$ bis 69.

Es seien noch einige weitere Notizen angefügt: Meunier [206] meint fälschlicherweise, daß das Auftreten des Swan-Spektrums in der Verbrennungszone der Flamme ein Beweis für die Existenz von C + H sowohl wie für C sei. Donaldson [208] untersucht CO und C₂ in elektrodenlosen Ringentladungen bei verschiedenen Drucken und meint, daß das Swan-Spektrum vielleicht ein Spektrum des C bei einer höheren Temperaturstufe sei. Stead [206] bringt alle möglichen Verbindungen in eine Röhre und untersucht die Verteilung der Emission in der Glühentladung. Er scheint eine Art elektrolytischer Trennung der Zersetzungsprodukte anzunehmen und das CO-Spektrum

einem negativen C-Atom zuordnen zu wollen. Weitere Versuche über das Verhalten der Banden an den beiden Polen findet man bei Reismann [238], über die Abhängigkeit der Intensität in der Glühmentladung bei Jungjohann [197], Schwedes [217] und Hamburger [257], bei letzterem außerdem über das Verhalten in Gemischen.

Die Verteilung der Emission der Kohlebanden in einfachen und gespaltenen Flammen wird von Reis [249] untersucht und mit Rücksicht auf den Ursprung der Banden diskutiert. Man vergleiche auch die unter Cyan angeführte Literatur, in der sich Bemerkungen über das Vorkommen der Kohlebanden zerstreut finden.

4. Bandenspektren des Kohlenoxyds.

Die Reihe der Banden des gewöhnlichen Kohleoxydspektrums, die von 23893 bis 28853 (?) bekannt war, wird durch Croze [199] nach dem Ultrarot verlängert: er gibt als Kanten an: 8810, 8308, 7925, 7472, 7229, und sie fügen sich in den Bau der bekannte Banden ein.

Schwedes [217] und Jungjohann [197] messen die Intensität einiger Banden als Funktion des Energieverbrauchs. Bei einer roten Bande ist der Anstieg der Intensität proportional dem der Energie, bei einer grünen und blauen Bande aber schneller. Ähnliche Messungen macht Hamburger [257].

Lyman [193] findet, wie schon vor ihm Schumann, daß die meisten Vakuumröhren in der Schumannregion zahlreiche Banden zeigen, die von einer Verunreinigung herrühren. Lyman macht es wahrscheinlich, daß es sich um CO handelt und mißt die Banden, welche nach Rot abgeschattiert sind. Dabei stellt sich heraus, daß sie die Fortsetzung des Systems bilden, welches Deslandres [111] als vierte positive Gruppe bezeichnet, deren Ursprung damals nicht aufgeklärt werden konnte. Deslandres hatte zur Prüfung seiner Bandengesetze Rechnungen an dieser Gruppe vorgenommen und gefunden, daß sich die Bandenköpfe zwischen 22631 und 2045 in 5 Reihen ordnen lassen; Lyman fügt noch 6 solcher Reihen hinzu, wodurch das ganze System sich bis 1680 erstreckt. Darunter liegen noch viele Banden bis 21335, man kann auch hier Reihen aufstellen, aber sie sind unregelmäßiger. Die Wellenlängen der Kanten folgen in der Tabelle, in welchen die Reihen, zu welchen die Banden gehören, bemerkt sind. Die Wellenlängen beziehen sich auf das Vakuum, wie bei allen Messungen mit Vakuumapparaten.

Kurzwellige CO-Banden
nach Lyman

	2068.4	8
	47.0	8
VI	35.1	4
	31.7	1
V	26.4	7
VI	12.6	8
V	07.2	6
	1991.0	1

Kurzwellige CO-Banden
nach Lyman

VI	1970.1	8
	58.0	5
	51.7	5
VI	50.4	4
	33.6	2
VI	31.5	6
VII	18.2	7
VI	14.0	1

Kurzwellige CO-Banden
nach Lyman

	1898.0	10
VII	91.2	6
	78.5	10 d
	70.8	8
VII	59.6	10 d
	49.4	4
	46.7	2
VII	41.3	8

Kurzwellige CO-Banden nach Lyman			Kurzwellige CO-Banden nach Lyman			Kurzwellige CO-Banden nach Lyman		
	1887.2	1		1611.7	3		1438.7	1
VIII	80.1	9		68.3	1		35.6	2
IX	25.7	7		1697.4	3		26.1	3
VIII	11.0	10 d		96.1	1		19.0	2
IX	04.9	8		76.6	4		14.0	1
	01.9	2		60.3	5		11.4	1
VIII	1792.6	10 d		45.1	3		09.0	2
IX	85.1	6		42.2	5		06.6	1
VIII	74.9	8 d		34.2	2		04.0	1
IX	47.8	7		27.6	3		01.1	2
X	43.5	3		26.0	2		1396.7	2
IX	29.5	8 d		20.4	1		92.2	1
X	28.9	6		15.7	3		86.4	1
IX	12.2	7		10.7	2		84.4	1
X	05.3	6		06.8	2		78.1	2
	1698.8	1		1497.8	3		74.1	2
	88.5	1		93.8	3		71.8	2
	85.8	1		88.0	2		68.0	1
	69.9	6		80.9	2		61.3	2
XI	66.7	1		78.0	2		56.1	2
	53.8	4		75.4	1		53.6	1
XI	48.2	5		73.0	1		49.0	1
XI	30.3	6		68.7	3		39.0	1
	29.6	3		52.4	3		35.0	1
	23.4	1		47.0	1			
	15.1	2		43.7	1			

Dieselbe Bande erhält Bair [270] in strömender oder in ruhender Kohlen-
säure; daneben erscheint die erste oder die zweite negative Gruppe von Des-
landres, die zweite nur in strömendem Gase intensiv. Daher ist Bair, ebenso
wie Hof [248] geneigt, die letztere Gruppe CO_2 zuzuschreiben, die erstere CO.
Seine Messungen der vierten Gruppe, die zu kürzeren Wellen gelangen als die
von Deslandres, und daher einige der Banden Lyman's enthalten, sind in der
folgenden Tabelle angegeben.

2262.6	2210.8	2173.5	2112.8	2046.1	2007.6
47.8	2196.9	50.4	07.7	31.4	1990
38.6	89.3	28.4	2089.4	26	67.7
22.1	88.	—	67.3	12.5	46.2

Eine der interessantesten Ergänzungen zum CO-Spektrum hat Fowler [190,
204, 214] geliefert. In mehreren Kometenspektren waren bis dahin unbekannte
Banden aufgetreten, welche Fowler in einem angeblich Wasserstoff enthalten-
den alten Geißlerrohr auffand. Eine langwierige Untersuchung zeigte, daß sie
von CO herrühren müssen; bei Druck von einigen Millimetern zeigen CO-
Röhren das alte CO-Spektrum, bringt man aber den Druck auf 0.01 mm oder
weniger, verwendet schwache Entladungen, am besten mit äußeren Elektroden,
so verschwindet allmählich das alte Spektrum und die neuen Banden werden

relativ heller. Schon bei höheren Drucken, 2—3 mm, sind die neuen Banden dicht an der Kathode sichtbar, breiten sich mit abnehmendem Druck durch das ganze Rohr aus. Die Banden scheinen verwandt mit den negativen Banden Deslandres' und werden wohl durch Kathodenstrahlen angeregt. Die Banden sind nach Rot abgeschattiert, größere Dispersion zeigt deutlich, daß sie aus vielen Linien aufgebaut sind. Sie lassen sich in zwei Serien zerlegen, die in der folgenden Tabelle mit A und B bezeichnet sind.

	5510	2	A	4545.4	6		3707.5	3
B	5478	2		4276.0	10	B	3693.0	3
	5078	5	A	4258.2	8		3602.0	3
B	5049	5		4020.4	8	A	3587.0	2
	4715.0	3	A	4001.3	6		3429.0	2
B	4688.5	3		3707.5	6	A	3415.0	2
	4570.5	5	A	3781.0	6			

Außer den in der Tabelle geführten Banden werden noch solche bei 4916, 4887, 3907, 3891 vermutet. Die Serien lassen sich darstellen durch die Formeln $n = 65008 - 13.5(m + 0.444)^2$ für m von 51 bis 56 und $n = 62822 - 13.5(m + 0.444)^2$ für m von 51 bis 57. Wahrscheinlich ist noch eine dritte Serie vorhanden: $n = 60663 - 13.5(m + 0.444)^2$. Für die Vergleichung mit dem Kometenspektrum sehe man z. B. die Arbeiten von de la Beaume Pluvinel [206, 213].

Im Verlauf seiner Untersuchungen findet Fowler [204] noch ein neues Bandenspektrum des (C) bei hohem Druck, etwa 100 mm, das zwar im ganzen Geißlerrohr neben den gewöhnlichen (C)-Banden auftritt, aber mit den positiven Banden Deslandres' verschwimmt zu sein scheint. Die Banden sind nach Violett abgeschattiert, die Wellenlängen sind

6441	4	5897.5	8	5481	5	5080	2	4670	10	4366	5
6420	2	5878	8	5413	2	5015	1	4603	4	4353	2

Strutt und Fowler [218] beobachten, daß bei der Einwirkung von aktivem Stickstoff auf sorgfältigst getrocknetes Cy die beiden zuletzt genannten Bandenpaare auftreten, wodurch es zweifelhaft erscheinen könnte, ob sie zu CO gehören, oder zu C selbst.

v. Dechend [191] untersucht die Glümentladung zwischen Spitzen, unter anderem in CO und CO₂. Außer den Banden der bekannten Gruppen von C, CO, Cy usw. findet er eine ganze Anzahl bisher unbekannter Bänder. Da aber über den Ursprung dieser Banden keine weiteren Untersuchungen angestellt werden, da die Messungen nur geringe Genauigkeit haben, so führe ich sie hier nicht an, sondern verweise auf das Original. Zu erwähnen wäre, daß er in strömenden Gasen Unterschiede zwischen CO und CO₂ findet, die sich vornehmlich auf Intensitäten beziehen, aber auch auf das Vorhandensein oder Fehlen der unbekannten Banden. — Hof [248] untersucht den Einfluß des Druckes und verschiedener Entladungsarten auf die Spektren von CO und CO₂; er gibt die Intensität der verschiedenen Bandenarten jedesmal an, findet auch

Unterschiede zwischen den beiden Gasen. Ein positives Resultat seiner Arbeit läßt sich nicht angeben, im allgemeinen bestätigt er überall die Untersuchungen von Deslandres'. Zu dessen zweiter negativer Gruppe fügt er noch zwei Banden hinzu: 3159.9 und 3153.2, und meint, daß auch bei größeren Wellenlängen noch zwei Banden liegen: 4140 und 4320 (mit Fehlergrenze von 20 Å).

Dieselben Banden nebst weiteren findet auch Bair [257], welcher angibt: 4450, 4340, 4125, 3155, 3030.

5. Banden von C + H.

Aus der komplexen Gruppe, welche in der Kindheit der Spektroskopie von Watts „f“ genannt worden war, sind allmählich die Bestandteile ausgesondert worden. Der interessanteste Teil ist eine Gruppe von Banden, von welchen zuerst Lockyer die Möglichkeit aussprach, daß sie einer Zusammenwirkung von C und H angehören. Eine sorgfältige Durchsicht der gesamten Literatur brachte mich zur Überzeugung, daß Lockyer das Richtige getroffen habe, und so nannte ich sie in Bd. V des Handbuchs die (C + H)-Gruppe. Diese Erklärung scheint ganz allgemein angenommen worden zu sein. In der Tat erscheint die Gruppe in allen Flammen, Bögen, Funken, Geißlerrohren, sobald H und C vorhanden sind, wenn auch nur in minimalen Mengen, als Verunreinigung, Feuchtigkeit, Fettdämpfe usw., gewöhnlich gemischt mit anderen C-Banden. Daß man sie vollständig beseitigen kann und dann die fünfte C-Gruppe bei 4381 allein übrig bleibt, zeigt eine interessante Photographie von Brooks, welche Watts [342] veröffentlicht.

Zu den früher genannten Erregungsarten ist noch die hinzuzufügen, daß nach Strutt und Fowler [218] bei der Vereinigung von aktivem Stickstoff mit dem Dampf irgendeiner Kohleverbindung, die Wasserstoff enthält oder nicht völlig getrocknet ist, diese Gruppe erscheint, wenn auch mit wesentlich verändertem Aussehen: Es tritt, wie bei anderen Banden, eine starke Lücke in der Nähe der hellsten Kante bei 4315 auf.

Lawson [228] teilt mit, die Banden treten in neuen Geißlerrohren bei starken kondensierten Entladungen in der Kapillare auf; die dazu nötigen Gase wurden also von den Glaswandungen gelöst. Dafür, daß die Banden auch in Kometenspektren auftreten, sehe man z. B. De la Baume Pluvier [206, 213]. Newall, Baxandall und Butler [255a] bemerken, daß diese Banden auch im Sonnenspektrum vorkommen und den Hauptteil der Gruppe C bilden.

Im Bande V dieses Handbuchs ist eine Zeichnung von Eder und Valenta veröffentlicht und angegeben, daß sie sie als Gruppe von vier Banden betrachten, die sie ϵ , ζ , η , θ nennen. Es ist dort auch angegeben, daß nach einer unveröffentlichten Messung von Mertens die Bande ϵ mit ihrer Paarserie zwischen ϵ und ζ nur eine Fehlstelle hat, dann aber in ζ weiterläuft und deren Hauptteil bildet. Man kann die Paarserie bis 4160 verfolgen. Es beginnen aber mit ζ neue Serien, deren Kopf sich zu etwa 4316 berechnet. Nach einer größeren Lücke beginnen die Linien der Gruppe η , die nach Rot abgeschattelt

ist: ihr Kopf wird von Mertens bei 3888 berechnet. Die letzte sehr schwache Gruppe ϑ scheint ebenso gebaut, wie η .

Dann hat sich Fortrat [222] mit der interessanten Bandengruppe beschäftigt. Auch er kommt zum Schluß, daß das Hauptcharakteristikum von ϵ und ζ eine gemeinsame Paarserie sei, deren Formel er berechnet zu: $n = 47m^2 + 90m + 2272000 - 6 \times 10^{-7}m^4$.

In der Paarserie fehlen die Paare $m = +30$ und $m = -31$, wodurch die Fehlstelle und scheinbare Zerreißung der Bande bei 4314 entsteht.

Dann veröffentlicht Watts [242] Bemerkungen über den Ursprung dieses Spektrums und eine schöne Photographie von Herrn W. Raffety. Dieser selbst teilt [255] einige Beobachtungen mit, darunter, daß er in unserer Bandengruppe ein neues, nach Rot abgeschattiertes Band gefunden habe, für welches er die Zahlen gibt: 4106.2, 4095.5, 4075.1, 4065.9, 4052.6, 4047.2, 4043.4, 4040.1, 4037.6, 4031.8, 4025.2. Ich bezweifle, ob dies wirklich eine Serie ist: der Teil nach Rot wäre unregelmäßig und lückenhaft, von 4070 an aber beginnt schon das Band η , in welchem Mertens mehr Linien gemessen hat.

Auch Deslandres und Burson haben sich in zwei Abhandlungen [243, 244] mit den Kohlenwasserstoffbanden beschäftigt, und zwar den Zeemaneffekt untersucht. Diese Erscheinung soll nachher im Zusammenhang kurz besprochen werden. Hier sei nur gesagt, daß die Verfasser, die mit sehr großer Dispersion arbeiten können, finden, daß die Linien der Paare selbst wieder Paare sind, sowohl in der Bande η , wie in ϵ und ζ . Alle zeigen Zeemaneffekt und Polarisation; aber während die Paare von ϵ normalen Effekt geben, ist der von ζ anormal; also kann es nicht dieselbe Paarserie sein, welche beide Banden bildet.

Eine neue Messung der Serien und deren Berechnung liefern Heurlinger und Hulthén [262]. Nach ihnen besteht η aus sechs Serien, dagegen ϵ und ζ aus einem System von zwölf intensiven und zwölf schwachen Serien. Das Detail muß in der Arbeit selbst nachgesehen werden. Insbesondere beschäftigt sich Heurlinger mit den scheinbaren Unregelmäßigkeiten im Verlauf der Banden. Endlich berechnet Kratzer [274] das Spektrum neu und klärt den Bau der Serien auf.

Deslandres (C. R. 139, p. 1174—1180, 1904; C. R. 157, p. 671—678, 1918) hat zuerst bemerkt, daß diese Störungen nicht willkürlich liegen; Heurlinger spricht das Gesetz aus, daß die Linien $+m$ und $-(m+1)$ die gleiche Störung besitzen, in den komplizierter gebauten Banden die Linien $+m$ und $-(m+k)$, wo k eine kleine ganze Zahl ist. Er weist das an vielen Banden [260], z. B. denen des G γ und des C nach. Diese Regel ist wichtig, weil sie in vielen Fällen gestattet, die Nulllinie zu finden oder zu berechnen. Eine merkwürdige Bestätigung durch Bachem [268] soll gleich erwähnt werden. Man vgl. auch [271].

Auch über eine Anzahl anderer Untersuchungen der Kohlebandenspektren kann nur ganz kurz, mehr in Art einer Literaturübersicht, berichtet werden; sie betreffen den Zeemaneffekt.

Nachdem früher angenommen war, Bandenspektren zeigten keinen Zeemaneffekt, wurde diese Ansicht hinfällig, als Dufour (mehrere Arbeiten in C. R. 146 und Le Radium 5) einen solchen fand an den Fluortren und Chlortren der Erdalkalien. Auch J. Becquerel (C. R. 146 p. 683, 1908) ist hier zu nennen. Dann erhielt Croze [219b] an den Stickstoffbanden eine Wirkung und nun folgt eine Reihe von Arbeiten von Fortrat und von Deslandres.

R. Fortrat, Simplification des raies spectrales par le champ magnétique. C. R. 156, p. 1459—1461 (1913). Über C-Band 5165, C'-Band 4737, N-Band 3159, negatives N-Band 4709.

R. Fortrat, Groupements des raies réels ou apparents dans les spectres de bandes. C. R. 157, p. 991—994 (1913). Zu N-Band 2370.

R. Fortrat, Simplification et régularisation des bandes spectrales par le champ magnétique. C. R. 158, p. 884—885 (1914).

H. Deslandres et Burson, Action du champ magnétique sur les raies de séries arithmétiques dans une bande du gaz de l'éclairage. Variations avec le numéro des raies et avec l'intensité du champ. C. R. 157, p. 1105—1111 (1913). Über (H + C) Bd. η .

H. Deslandres et V. Burson, Étude précise des spectres de bandes, dit „spectre de Swan“, dans le champ magnétique. Division et polarisation des raies spectrales. C. R. 158, p. 1851—1857 (1914). Über (C + H)-Banden η , ζ , s ; über C-Band 5165.

In diesen Arbeiten wird eine ungeheure Menge von Detailbeobachtungen niedergelegt. Bei vielen Bandenspektren wird kein Einfluß des Magnetfeldes gefunden; in anderen zeigen die Linien Verschiebungen nach Rot oder Violett, Aufspaltungen in polarisierte Komponenten, Verbreitungen usw. Linien, welche zur selben Serie gehören, verhalten sich gleich, aber die Größe der Änderung in Bezug auf Lage und Intensität ist von Linie zu Linie verschieden. Das macht die Erscheinungen so ungemein verwickelt. Die beiden Autoren sind nicht in allen Punkten einig; das rührt zum Teil davon her, daß sie verschiedene Gesichtspunkte verfolgen: Fortrat hebt besonders hervor, daß die Änderungen derartig sind, daß das Magnetfeld regulierend und vereinfachend wirkt. Darunter versteht er, daß die in allen Banden vorkommenden Unregelmäßigkeiten sich durch das Magnetfeld ausgleichen, „falsch“ liegende Linien an die richtige Stelle geschoben werden, und daß Paare oder Triplets zu einer Linie zusammenschmelzen. Er sowohl wie Bachem [208] geben mehrere schöne Beispiele für diese interessante Erscheinung.

Deslandres und seine Mitarbeiter haben mehr den in Zerlegung bestehenden Zeemaneffekt im Auge, der bei zahllosen Linien auftritt, nur ist er sehr viel kleiner, als in den Linienspektren. Dabei ist es teils der normale, teils der anormale Effekt, d. h. die Aufspaltung ist so, als handle es sich um negative oder positive Emissionszentren. In Fällen, wo das Magnetfeld die Bandenlinie nur zu verschieben scheint, hat schon Fortrat gemeint (C. R. 157), vielleicht

sei das auch eine Aufspaltung, aber die eine Komponente unsichtbar schwach. Deslandres vertritt diese Auffassung viel entschiedener.

Fortrat führt den Begriff der magnetischen Empfindlichkeit der Spektrallinien ein. Er versteht darunter ein Maß für die Größe der Verschiebung einer Linie, ausgedrückt durch $\epsilon = \frac{n \, dn}{H^2}$, wo n die Schwingungszahl der Linie, dn ihre Verschiebung im Magnetfeld von der Stärke H bedeutet. Fortrat meint, ϵ sei innerhalb jeder Linienserie konstant. Bachem kann das nicht bestätigen, aber er findet, daß die Linien die gleiche Empfindlichkeit haben, welche nach der Heurlingerschen Regel über die Störungen zusammengehören.

Zu den übrigen Bandenspektren des Kohlenstoffs oder seiner Verbindungen ist nichts hinzuzufügen. Daß die vierte positive Gruppe von Deslandres jetzt sicher als (C) erkannt ist, ist oben schon bemerkt, ebenso, daß die zweite negative Gruppe von Deslandres und d'Azambuja von einigen für CO_2 gehalten wird. Zu CO_2 sei noch bemerkt, daß Paschen [196] findet, das ultrarote Emissionsband der Kohlensäure sei doppelt: 4.18μ und 4.41μ , letzteres stärker. Auch Wood und Trowbridge [198] sagen, es sei doppelt oder dreifach.

An neugefundenen, dem Ursprung nach nicht aufgeklärten Banden sind schon erwähnt: die neuen Banden von Uhler und Patterson (p. 138) bei 3280, die neuen Banden von Strutt und Fowler (p. 138) bei 4495, 4153, 3850 (?), die Bande von Raffety in der (C + II)-Gruppe (p. 145). Raffety [225] findet im Meckerbrenner noch eine unbekannte Gruppe: {4942.0, 4937.5}, 4890.0, 4853.2, 4743.

Daß eine Reihe von Arbeiten sich mit dem Absorptionsspektrum der Kohlensäure, dem Einfluß des Druckes usw. beschäftigen, sei hier nur erwähnt. Es sind die Arbeiten: 188, 201, 207, 219, 229, 230, 247.

Neben diesen Arbeiten über die ultrarote Absorption in den Dämpfen von Verbindungen des Kohlenstoffs, die insbesondere auch für die Ausarbeitung eines brauchbaren Emissionsmodells für die Bandenspektren wichtig sind, ist hinzuweisen auf die Untersuchungen über das Verhalten der CO - und CO_2 -Gruppen in Kristallen. Es ist hier nicht der Ort zu einer Besprechung.

CALCIUM (Ca = 40.09, γ = 20).

Literatur.

- [181] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. *Astrophys. J.* 27 p. 858—867 (1908).
- [182] T. Royds, The constitution of the electric spark. *Phil. Trans. A* 208 p. 333 bis 847 (1908).
- [183] A. Dufour, Modifications anormales dans le champ magnétique, des spectres de bandes de divers composés. *C. R.* 146 p. 229—231 (1908). Siehe auch Dufour, *C. R.* 146 p. 118, 170 (1908).
- [184] J. Barnes, The new lines in the spectrum of calcium. *Astrophys. J.* 30 p. 14—19 (1909).
- [185] G. A. Hemsalech et Ch. de Wavetville, Sur le spectre de raies du calcium donné par le chalumeau oxyméthylénique. *C. R.* 149 p. 1112—1113 (1909).
- [186] L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente. I. *Ann. d. Phys.* (4) 29 p. 888—888 (1909).
- [187] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. *Wien. Ber.* 118, IIa p. 511—524 (1909).
- [188] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. *Wien. Ber.* 118, IIa p. 1077—1100 (1909).
- [189] G. A. Hemsalech et Ch. de Wavetville, Sur les régions jaune, orangée et rouge du spectre de flamme à haute température du calcium. *C. R.* 149 p. 1369—1372 (1909).
- [140] R. Rossi, The effect of pressure on the band spectra of the fluorides of the metals of the alkaline earths. *Proc. Roy. Soc. A* 82 p. 518—523 (1909).
- [141] A. Dufour, Dissymétrie de position des composantes magnétiques rencontrées dans les spectres de bandes d'émission. *Le Radium* 6 p. 366—367 (1909).
- [142] A. Eagle, On the spectra of some of the compounds of the alkaline earths. *Astrophys. J.* 30 p. 281—286 (1909).
- [143] Ch. E. St. John, The absolute wave-lengths of the H and K lines of calcium in some terrestrial sources. *Astrophys. J.* 31 p. 143—156 (1910). *Mt. Wilson Contrib.* 44.
- [144] F. A. Saunders, Single-line series in the spectra of Ca and Sr. *Physic. Rev.* 30 p. 270—271 (1910).
- [145] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. *Wien. Ber.* 119, IIa p. 519—513 (1910).
- [146] J. Barnes, Note on the calcium bands at λ 8342 and λ 8349. *Astrophys. J.* 31 p. 175—176 (1910).
- [147] O. Reichenheim, Über die Spektren der Anodenstrahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 33 p. 747—762 (1910).
- [148] G. A. Hemsalech, Sur les durées relatives des raies du calcium dans l'étincelle de selfinduction. *C. R.* 151 p. 220—224 (1910).
- [149] T. Royds, Further experiments on the constitution of the electric spark. *Phil. Mag.* (6) 19 p. 285—290 (1910).
- [150] F. A. Saunders, Series in the spectra of calcium, strontium and baryum. *Astrophys. J.* 32 p. 158—171 (1910).
- [151] A. Dufour, Nouvelles mesures du phénomène Zeeman présenté par quelques bandes d'émission de molécules de corps à l'état gazeux. *Ann. chim. et phys.* (8) 31 p. 568—578 (1910).

- [152] A. Dufour, Dissymétrie dans le phénomène de Zeeman présentée par certaines raies et certaines bandes des spectres d'émission des vapeurs. *J. de phys.* (4) 9 p. 277—297 (1910).
- [153] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Zweite Aufl. Leipzig u. Wien bei Deuticke 1911 u. 1912.
- [154] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren, Wien 1911; Atlas und Text 143 pp.
- [155] W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. *Phil. Trans. A* 211 p. 33—73 (1911).
- [156] G. A. Hemsalech, Sur quelques phénomènes spectraux qui accompagnent le soufflage de l'étincelle par un champ magnétique. *C. R.* 152 p. 1086—1089 (1911).
- [157] B. E. Moore, On the magnetic separation of the spectral lines of calcium and strontium. *Astrophys. J.* 33 p. 385—394 (1911).
- [158] J. Meunier, Sur les spectres de combustion des hydrocarbures et de différents métaux. *C. R.* 152 p. 1760—1762 (1911).
- [159] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911. — *Za. f. wiss. Photogr.* 10 p. 281—346 (1912).
- [160] B. Duns, Unsere Kenntnisse von den Seriensystemen der Linienspektren. Dissert. Tübingen 1911; Buch, Hirzel 1911, 69 pp.
- [161] O. J. Lee, Effects of variations of vapor-density on the calcium lines H, K and g (λ 4227). *Astrophys. J.* 34 p. 397—403 (1911).
- [162] H. Öllers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. Münster 1912. *Za. f. wiss. Photogr.* 10 p. 374—432 (1912).
- [163] Th. Lyman, Spark spectra of the alkali earths in the Schumann region. *Astrophys. J.* 35 p. 341—353 (1912).
- [164] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines. . . *Proc. Roy. Soc. A* 87 p. 38—48 (1912).
- [165] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique. *C. R.* 154 p. 872—874 (1912).
- [166] R. Hase, Optische und photographische Untersuchungen homologer Bunsen-Flammenlinien. Dissert. Erlangen 1912.
- [167] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. Part II. *Proc. Dublin Soc. N. S.* 13 p. 253—263 (1912).
- [168] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II, The p and s sequences and the atomic volume term. *Phil. Trans. A* 212 p. 33—73 (1912).
- [169] W. M. Hicks, Part III, The atomic weight term and its import in the constitution of spectra. *Phil. Trans. A* 213 p. 323—420 (1913).
- [170] O. Holts, Messungen im Funken- und Bogenspektrum des Calciums nach internat. Normalen. Dissert. Bonn 1913. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 101—122 (1913).
- [171] H. Künemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb 4000. Dissert. Münster 1913. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 65—76, 123—143 (1913).
- [172] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der „Grundspektren“. Dissert. Münster 1913. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 145—206 (1913).
- [173] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 207—235 (1913); *Lick Observ. Bull.* Nr. 247, Vol. 8 p. 27—46 (1913).
- [174] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach internationalen Normalen. *Wien. Ber.* 122 IIa, p. 607—633 (1913).
- [175] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektren einiger Metalle unterhalb 3200. Dissert. Münster 1913. *Za. f. wiss. Photogr.* 13 p. 46—88 (1913).
- [176] E. Lorensen, Beiträge zur Kenntnis der Bogenspektren der Erdalkalien. Dissert. Tübingen 1913. Tübingen bei Laupp.
- [177] H. G. L. Moseley, The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag* (6) 26 p. 1024—1034 (1913). — *Ib.* (6) 27 p. 703—713 (1914).

- [178] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. Dissert. Göttingen 1913. *Zs. wiss. Photogr.* 13 p. 133—172 (1913).
- [179] H. Crew and G. V. McCauley, Wave-lengths in the spectrum of the calcium arc in vacuo. *Astrophys. J.* 39 p. 29—38 (1914).
- [180] A. Harnack, Die Anwendung des nichtkondensierten Funkens für Metallspektren als neue Methode zur Erzeugung von Flammenspektren. *Physik. Zs.* 15 p. 578—581 (1914).
- [181] H. Smith, The spectroscopy of the electric brush discharge in weak acids and solutions. *Phil. Mag.* (6) 27 p. 801—823 (1914).
- [182] S. Popow, Über eine Gesetzmäßigkeit in den Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 45 p. 147—175 (1914).
- [183] J. Barnes, The spectra of Magnesium, Calcium and Sodium vapor. *Astrophys. J.* 39 p. 370—372 (1914).
- [184] F. A. Saunders, New „vapor lamps“ and some preliminary observations of their spectra in the Schumann region. *Astrophys. J.* 40 p. 377—384 (1914).
- [185] J. Stark und H. Kirchbaum, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. *Ann. d. Phys.* (4) 43 p. 1017—1047 (1914).
- [186] E. H. Nelthorpe, Observations of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. *Astrophys. J.* 41 p. 16—27 (1915).
- [187] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogen-spektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. *Wien. Ber.* 123 IIa. p. 2289—2311 (1915).
- [188] T. Royds, The different characters of spectrum lines belonging to the same series. *Astrophys. J.* 41 p. 154—161 (1915).
- [189] H. G. Woodward, On the non-existence of the line of wave-length 6708 Å in the arc spectrum of calcium. *Astrophys. J.* 41 p. 323—327 (1915).
- [190] Th. R. Merton, On the application of interference methods to the study of the origin of certain spectrum lines. *Proc. Roy. Soc. A* 91 p. 421—431 (1915).
- [191] W. M. Hicks, On the enhanced series of lines in spectra of the alkaline earths. *Proc. Roy. Soc. A* 91 p. 451—463 (1915).
- [192] J. Kramatyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. *Ann. d. Phys.* (4) 48 p. 375—409 (1915).
- [193] A. T. Williams, Investigaciones experimentales sobre los espectros de la descarga oscilante. Dissert. Buenos Aires, 282 pp. 1915.
- [194] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. *Ann. d. Phys.* (4) 50 p. 713—728 (1915).
- [195] A. S. King, The production in the electric furnace of the banded spectra ascribed to Titanium oxide, Magnesium hydride and Calcium hydride. *Astrophys. J.* 43 p. 341—346 (1915).
- [196] J. T. Howell, The effect of an electric field on the lines of Lithium and Calcium. *Proc. Nation. Acad.* 2 p. 528—530 (1915). *Astrophys. J.* 44 p. 87—102 (1915).
- [197] M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Na bis Cr. *Physik. Zs.* 17 p. 318—319 (1916).
- [198] H. G. Gale and W. T. Whitney, On the pole-effect in a calcium arc. *Astrophys. J.* 43 p. 161—166 (1916).
- [199] W. T. Whitney, The pole effect in a calcium arc. *Astrophys. J.* 44 p. 65—75 (1916).
- [200] F. A. Saunders, Notes on certain ultra-violet spectra. *Astrophys. J.* 43 p. 234 bis 242 (1916).
- [201] A. S. King and E. Carter, Preliminary observation of the spectra of calcium and iron when produced by cathodo-luminescence. *Astrophys. J.* 44 p. 303—310 (1916).
- [202] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioact.* 13 p. 296—341 (1916).
- [203] F. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. *Münch. Ber.* 1916 p. 81—88.
- [204] A. M. Johanson, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. *Ark. Math. Astr. Fysik.* 12 p. 1—92 (1917).

- [206] Ch. F. Meyer, Some spectra in the photographic ultra-red. *Astrophys. J.* 45 p. 93—102 (1917).
- [207] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. *Astrophys. J.* 45 p. 245—268 (1917).
- [208] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons. Dissert. Bonn 1917, 59 pp. *Zs. wiss. Photograph.* 18 p. 84—137 (1918).
- [209] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of calcium, strontium, barium and magnesium. *Astrophys. J.* 48 p. 13—34 (1918).
- [210] M. Ritter, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes, die Druckverschiebung und die Verbreiterung von Serienlinien. *Ann. d. Phys.* (4) 59 p. 170—184 (1919).
- [211] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. Dissert. Lund 1919.
- [212] W. Kossel und A. Sommerfeld, Auswahlprinzip und Verschiebungssatz bei Serienspektren. *Verh. d. D. Physik Ges.* 21 p. 240—259 (1919).
- [213] W. F. Meggers, Wave-lengths measurements in spectra from 5600 Å to 9800 Å. *So. pap. Bur. of Stand.* No. 312 (1918).
- [214] E. Carter and A. S. King, A further study of metallic spectra produced in high vacua. *Astrophys. J.* 49 p. 224—236 (1919).
- [215] J. C. McLennan and J. F. T. Young, On the absorption spectra and the ionization potentials of Ca, Sr und Ba. *Proc. Roy. Soc. A* 95 p. 273—279 (1919).
- [216] Angel del Campo, Los espectros de emission y las reacciones químicas en el foco emisor. *Anales Soc. Españ. de Fis. y Quím.* 17 p. 247 (1919).
- [217] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. *Phil. Mag.* (6) 37 p. 601—612 (1919).
- [218] A. S. King, Observations of the electric furnace spectra of Co, Ni, Ba, Sr, and Ca in the region of greater wave-length. *Astrophys. J.* 51 p. 170—183 (1920).
- [219] F. L. Mohler, P. D. Foote and H. F. Stimson, Ionization and resonance potentials for electrons in vapours of lead and calcium. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 73—79 (1920).
- [220] F. L. Mohler, P. D. Foote and W. F. Meggers, Resonance potentials and low-voltage arcs for metals of the second group of the periodic table. *Bull. Bur. Standards* 16 p. 725—737 (1920). — *So. Pap. Bur. St.* Nr. 403.
- [221] F. A. Saunders, Revision of the series in the spectrum of calcium. *Astrophys. J.* 52 p. 265—277 (1920).
- [222] H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements magnesium to chromium. *Phys. Rev.* (2) 16 p. 202—215 (1920).
- [223] J. Offermann, Das Bogen- und Funkenspektrum des Wismut. Dissert. Bonn 1920.
- [224] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnet-optischer Zerlegungssatz. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 121—263 (1920).
- [225] E. Fues, Vergleich zwischen den Funkenspektren der Erdalkalien und den Bogenspektren der Alkalien. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 1—27 (1920). Dissert. München. 1919.
- [226] M. N. Saha, Ionization in the solar chromosphere. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 472—488 (1920).
- *[227] A. Hürnle, Dissert. Heidelberg 1920.
- [228] L. A. Miller, Pressure shift in a calcium arc. *Astrophys. J.* 53 p. 224—230 (1921). Siehe auch H. Gale u. Miller, *Physic. Rev.* (2) 17 p. 428—429 (1921).
- [229] S. Datta, On the spectra of the alkaline earth fluorides and their relation to each other. *Proc. Roy. Soc. A* 99 p. 436—455 (1921).
- [230] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. *Physik. Zs.* 22 p. 409—414 (1921).
- [231] F. Frommel, die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen 1921. Manuskript.
- [232] V. L. Chrisler, The low current arc. *Astrophys. J.* 54 p. 273—284 (1921).
- [233] R. Gütze, Liniengruppen und innere Quanten. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 285 bis 292 (1921).
- [234] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. f. Physik.* 1 p. 439—468 (1921).

[235] F. Paschen und E. Back, Liniengruppen magnetisch vervollständigt. *Physica* 1 p. 261—273 (1921).

[236] B. E. Moore, Excitation stages in open arc light spectra I. *Astrophys. J.* 54 p. 191—217 (1921).

[237] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 373—395 (1921).

[238] G. V. McCauley, Some additional measurements of wave-lengths in the calcium arc in vacuo. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 430—431 (1921).

Die neueren Messungen und Untersuchungen am Bogenspektrum des Ca sind sehr zahlreich. Eine der besten Messungen ist zweifellos die von Crew und McCauley [179]. Sie benutzen einen Vakuumbogen, erhalten daher die Linien viel schärfer, als im Luftbogen, wo sie immer verbreitert sind, meist unsymmetrisch. Daraus erklären sich auch die meisten Unterschiede gegen die Messungen von Holtz [170]; es ist ganz interessant zu verfolgen, wie oft die Linien, welche Holtz als unscharf nach Rot bezeichnet, bei ihm größere Wellenlänge haben, die v bezeichneten aber kleinere. Schon Crew und McCauley machen darauf aufmerksam, daß für längere λ als 8550 bei Holtz offenbar Fehler unterlaufen sein müssen, seine Wellenlängen sind um etwa 0.02 zu groß, um dann oberhalb 8480 um etwa 0.02 zu klein zu werden. Crew und McCauley finden im Vakuumfunken keine Linie, die nicht im Bogen wäre. — Burns [173] gibt die Wellenlängen von H, K und 4226. Viele Ca-Linien treten stets als Verunreinigungen im Kohlebogen auf, sie werden daher in vielen Spektren als solche mitgemessen; da sie alsdann viel schärfer sind, so pflegen die Wellenlängen solcher Verunreinigungslinien sehr genau zu sein, und ich gebe eine Anzahl derselben aus verschiedenen Bonner Arbeiten. — Die übrigen Messungen der folgenden Tabelle sind wesentlich ungenauer; die von Exner und Haschek [153] und von Eder und Valenta [137, 138, 145] sind nach meiner Tabelle auf das internationale Maß reduziert.

Im Ultrarot sind mehrere Messungen ausgeführt. Zuerst hat Meyer [206] mit einem kleinen Rowlandgitter von 1 m im Bonner Institut Photographien gemacht, die für Ca die Wellenlänge 9166 erreichen. Dann hat Meissner [195] ebenfalls photographisch und mit Rowlandgitter 8662 erreicht, und endlich hat Meggers [213] auf gleiche Weise dieselbe Wellenlänge erhalten.

Auch im Gebiet der kurzen Wellen ist das Spektrum mit Hilfe von Schumann-Platten wesentlich verlängert worden. Lyman [163] gelangt bis λ 1246, Saunders [184] vielleicht sogar bis λ 977. Er benutzt dabei die stärksten Linien von Lyman als Normalen.

King [209, 218] photographiert die Spektren in seinem evakuierten Ofen bei 1650, 2000 und 2350°, und teilt die Linien in Klassen je nach ihrem Auftreten. So enthält Klasse I die bei der tiefsten Temperatur erscheinenden Linien, die sogenannten „Flammenlinien“, V die bei der allerhöchsten Temperatur erscheinenden Linien. A bedeutet, daß die Linie im gewöhnlichen Bogen schwächer ist, als im Ofen. — In der folgenden Tabelle sind die Klassen hinter den Linien bezeichnet, soweit King sie angibt.

Paschen

[129]

	22655.9	40	
	624.6	25	
	610.0	10	
	19946.8	10	
1.5s-3p ₂	935.8	30	TH
2p ₁ -3d ₃	917.5	8	TIN
2p ₁ -3d ₂	864.6	90	TIN
1.5s-3p ₁	856.9		TH
	817.3	10	
2p ₁ -3d ₁	777.4	60	TIN
2p ₂ -3d ₃	507.1	30	TIN
2p ₂ -3d ₂	452.9	50	TIN

Paschen

[129]

2p ₃ -3d ₃	19310.6	40	TIN
	16432.6	30	
3p-md	200.0	25	T Comb.
3p-md	162.2	20	T Comb.
3p-md	144.8	15	T Comb.
	13039.0	30	
	12821.6	50d	
2P-2.5S	10945.0	500	EII N
	9694.5	70	
1.5s-4p	546.8	70	TH?
	250.8	30	

	Meyer Bogen [206]	Meissner Bogen [195]	Lorenser Bogen [176]	Eder Bogen [187]	Crow [179]	Saunders [150]	Meggers Bogen [213]	Klasse
9166	2	1						
22	0	1						
03	0	1						
1p ₂ -3d ₂	8602	0	3	2.12	5	2.50	3	2.10 9 V PIN
1p ₁ -3d ₁	8541	8	5	2.25	6	2.47	5	2.06 10 V PIN
1p ₁ -3d ₂	8497	8	3	8.02	3	8.35	3	7.98 8 V PIN
5s-4p	8389							EH
	8163	1	2			3.13	2	3.18 Rd.
	8077			7.87	1			
	7995	0	2			5.02	2u	
	88			3.96	1u			
2P-3P	7644			4.97	1u			EComb.
3s-5p	10			0.88	6r			TH?
	02			2.50	4r			
	7598			8.12	3r			
	87			7.51	2r			
	82			2.11	1r			
	65			5.80	3u			
	34			4.47	2u			
	20			0.94	1u			
	7483			8.41	3			
2P-4D	7326	0	9	6.12	4	6.16	20v	10 5 099 1 6.18 6 6.12 8 II EIN
a	7202	1	8	2.16	5	2.24	15v	15 4 161 2 2.18 6 2.21 8 II *)
a	7148	7.9	10	8.12	6	8.23	15v	14 6 123 3 8.2 8 8.15 10 II *)
	6884			4.04	2			
.5s-6p	66			55	1u			TH?
.5s-6/p	82			217	1			TComb?
	6798			51	3u			
	89			14	1	8.7	1	
	88			89	4u	9.4	1	
	47			0	1u	4.11	1	
	43			8	1u			

1) Von hier an ist Lorenser auf I. A. reduziert.

	Crew	Lorensen	Holz	Eder 187,	Exner u.	Saunders	Meggers	Eder u.	Holz	Exner u.	
	Bogen	Bogen	Bogen	Eder u.	Haschek		Bogen	Valenta	Funke	Haschek	
	179	176	170	145	153	150	213	187	170	153	
3D-3P	6717	688 5	78 15v	69 8	67 4	9 8	78 8	75 2	7 4	III	EComb.
	09	89 1	70 4	—	—	—	—	—	—	—	5)
	6665	4 1U	—	—	—	—	—	—	—	—	
	55	9 1U	—	—	—	—	—	—	—	—	
1.5S-2P	6572	783 3	80 6	78 4	77 2	8 8	76 2	72 1	—	IA	ET Comb.
	08	742 1	88 4	—	—	9 1	—	—	—	—	
	02	41 ² 1	—	—	—	—	—	—	—	—	
C a ₁	6499	648 4	73 10	64 5	63 8	—	67 5	63 2	63 6	73 1	II 1, 8)
C a ₁	93	789 8	83 20v	77 7	81 20	—	83 7	79 4	76 8	87 3	II 1, 7, 8)
	73	—	45 ² 1	—	—	—	—	—	—	—	
C a ₁	71	659 5	71 10	64 5	69 10	—	69 5	68 2	65 6	73 2	II 1, 8)
	64	—	72 2u	—	74 1	—	—	—	—	—	
a ₁	62	576 9	61 20v	56 8	59 30	—	62 10	54 5	56 8	61 5	II 5, 8)
a ₁	55	606 3	62 8	—	62 4	54 3	60 3	55 1	56 2	—	II 6
a ₁	49	811 7	84 10	82 5	80 15	—	—	84 3	80 6	87 2	II 8)
	49	—	—	—	1 1u	—	—	—	—	—	
	64	—	—	—	—	—	83 5	—	—	—	
39	086 9	10 20v	081 10R	08 10	14 50	—	13 10	09 6	06 8	14 5	II 2
17	71 0	77 3u	—	—	69 1	74 1	—	—	—	—	
10	—	89 2u	—	—	—	—	—	—	—	—	
07	—	70 1	—	—	—	—	—	—	—	—	
05	—	89 3u	—	—	8 1	—	—	—	—	—	
6395	—	16 3u	—	—	—	2 1	—	—	—	—	
61	—	79 5u	—	—	—	—	—	—	—	—	
45	—	29 4u	—	—	—	—	—	—	—	—	
18	—	11 3u	—	—	—	—	—	—	—	—	
6361	—	36 2	—	—	—	5 2	—	29 1	—	—	
6183	—	—	—	—	—	—	—	49 1	—	—	

3d ₁ -3p ₁	69	576	1	66	7	605	6	571	8	61	4	60	4	61	5	62	2	III	3)	T Comb.
3d ₃ -3p ₃	69	584	2	16	5	661	4	541	—	09	3	09	2	08	5	12	2	III	—	T Comb.
3d ₅ -3p ₅	66	443	2	67	5	486	4	—	—	49	3	48	1	49	3	50	1	III	—	T Comb.
3d ₃ -3p ₂	63	749	2	85	3	797	4	76	4	84	2	73	1	80	3	86	1	III	—	T Comb.
1.5 s-2p ₁	62	177	9	29	20v	196	10R	18	10	20	10	19	5	20	8R	22	10	II	4)	TH, II N
3d ₂ -3p ₁	61	309	2	39	2	321	5	29	2	36	3	31	1	316	3	61	1	III	—	T Comb.
2d ₁ 3p ₁	56	—	—	10	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	T Comb.
1.5 s-2p ₂	62	216	8	36	18v	232	10R	22	10	26	15	23	5	234	10R	29	8	II	—	TH, II N
1.5 s-2p ₃	62	716	8	79	15v	736	8R	73	8	71	10	76	2	734	8R	77	3	II	—	TH, II N
6098	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
92	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66	—	—	—	—	—	14	2	—	—	09	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5867	678	1	74	3r	61	6r	—	57	3	67	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	476	8	56	20v	494	10u	—	45	10	47	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	75	1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	22	1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
09	—	—	52	1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5764	—	—	32	3u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	—	—	88	1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	—	—	69	4u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
46	—	—	81	2U	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	—	28	3u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	62	1u	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Diese Linie ist als Verunreinigung wiederholt in Bonn gemessen: 6493.765, .762, .762.

2) Diese Linie ist als Verunreinigung noch in Bonn gemessen: 6439.055, .063.

3) Diese Linien sind als Verunreinigung noch in Bonn gemessen: 6163.595, 6169.082.

4) Diese Linie ist als Verunreinigung noch in Bonn gemessen: 6162.195, .184.

5) In vielen Tabellen des Ca-Spektrums findet sich eine Linie bei 6708, und es haben Zweifel geherrscht, ob dies die rote Lithiumlinie sei oder eine Ca-Linie. Durch Woodward 189) ist wohl entschieden, daß es eine Lithiumlinie ist.

6) Diese Linie wird von Lorensen (176) anders eingeordnet, als hier nach Saunders (221) geschehen ist.

7) Diese Linien sind wahrscheinlich Kombinationslinien von Triplettlinien.

8) Mit a_1 sind Linien bezeichnet, die sich als nicht eingeordnete Triplets auffassen lassen.

	C. & W. Bogen	Lorenser Bogen	Holtz Bogen	Kruer u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Saun- ders	Holtz Funke	Erner u. Haschek Funke	Eder u. Valenta Funke	Klasse	
	[179]	[176]	[170]	[158]	[145]	[150]	[170]	[153]	[138]		
37	—	48 2u	—	—	—	—	—	—	—		
35	—	74 3u	—	—	—	—	—	—	—		
31	—	70 1u	—	—	—	—	—	—	—		
23	—	88 2u	—	—	—	—	—	—	—		
17	—	99 4u	—	8.34 1	—	—	—	—	—		
15	—	77 1u	—	—	—	—	—	—	—		
12	—	32 1u	—	—	—	—	—	—	—		
07	—	03 1u	—	—	—	—	—	—	—		
5391	—	46 1u	—	—	—	—	—	—	—		
88	—	47 4U	—	—	—	—	—	—	—		
82	—	88 3u	—	—	—	—	—	—	—		
02	829 5	—	844 8	87 10	86 5	—	850 6	36 3	79 5	III	1
01	283 5	—	264 8	28 10	28 5	—	265 6	27 3	26 5	III	2
5598	484 8	—	467 8u	47 20	49 6	—	48 8	45 8	46 6	III	3
94	461 8	—	447 10u	48 20	47 8	—	451 10	48 8	41 6	III	4
90	109 5	—	099 8	08 8	13 4	—	103 6	09 3	10 4	III	5
88	746 9	—	743 10	72 20	76 8	—	743 10	73 10	73 8	III	6
81	973 6	—	956 8	98 10	98 5	—	960 6	98 3	95 4	III	7
13	978 4	—	935 8	94 8	91 4	—	93 2u	98 2	90 3	III	8
5349	470 5	—	467 10	50 20	—	—	463 5	43 5	43 5	III	9
42	—	—	—	—	—	2 1	—	—	—		
5270	272 5	—	265 10	27 30	—	—	270 10	26 10	29 6	III	10
65	569 5	—	561 8	56 30	—	—	554 8	55 5	55 6	III	11
64	297 3	—	285 6	24 15	—	—	234 6	24 3	23 3	III	12
62	238 3	—	239 6	23 10	—	—	238 6	23 3	20 3	III	13
61	701 3	—	696 6	70 10	—	—	699 6	70 3	69 3	III	14
60	375 1	—	387 4	41 5	—	—	38 4	46 1	—	III	15
5188	846 3	—	854 6	88 100	—	—	860 6u	83 4	80 6	III	16
2P-358											
2P-5D											

EHN

EHN

2P-358

2P-5D

3D-4P	41	613 3	634 8r	65 20	67 4u	71 2	74 2	III	EComb.
	21	141 0	—	—	—	—	—	III A	
	19	981 2	—	—	—	—	—		
	01	489 1	—	76 1	—	—	—		
	4981	—	—	—	—	—	—		
2P-5P	29	—	—	—	—	—	—		EComb
3D-4/p	4878	132 5	168 10r	20 20	172 10r	17 8	18 6	III	EComb
2P-4.5S	47	292 2	—	20 2u	—	—	05 3	III A	EIN
	33	94 0u	—	9 1u	—	—	—		
	23	08 0u	—	0 1u	—	—	—		
	11	—	—	—	—	89 1	—		
	07	54 0u	—	6 1u	—	—	—		
	4784	—	—	32 1	—	—	—		
	41	—	—	92 1	—	—	—		
	40	—	—	—	—	2 1u	—		
	36	—	—	8 1	—	—	—		
	22	—	—	30 1	—	—	—		
	03	—	—	—	—	17 1	—	III	EIN
2P-6D	4685	264 2	273 4v	17 5	—	17 1u	—		
	24	—	—	45 1	—	—	—		
3d ₁ -4/p	4585	932 2	908 10	6.04 30	901 10r	85 8	91 6	II	TB
	85	868 6	—	—	—	—	—		
3d ₁ 4/p	81	414 5	445 8	59 30	445 8r	44 5	44 6	II	TB
3d ₃ -4/p	78	570 4	558 8	70 20	584 8r	53 4	60 4	II	TB
1.5S-3D	75	—	—	—	—	—	—		EComb
3D-5P	26	944 4	952 6	7.18 20	98 6r	7.05 2u	7.00 4	III	EComb
C ₁	12	281 1	—	5 1u	—	—	—	III	TComb
C ₁	09	446 0	—	6 1u	—	—	—	IV	TComb
C ₁	07	—	—	—	—	—	—	IV	TComb
C ₁	07	854 0u	—	—	—	—	—	IV	TComb

Saunders

221

43

1) Janiči [136] mißt den Abstand der Linien mit Stufengitter zu 0.095 Å.

2) Mit C sind 7 bereits von Rydberg [53], später Popow [182], dann Götze [233] sowie Paschen und Back [235] untersuchte Linien bezeichnet. die durch Kombinationen von lauter d-Termen entstehen, also die Form $ndi - mdj$ haben.

	Crew Bogen	Holz Bogen	Erner u. Hasehek Bogen	Saunders Bogen	Barnes Bogen	Holz Funke	Erner u. Hasehek Funke	Eder u. Valenta Funke	Klasse	
C ₁	1791	170	153	221	134	170	153	138		4 T Comb
C ₁	—	—	—	62	—	—	—	—		4 T Comb
2P-5.5S	—	—	1 1u	16	—	—	—	—		5 EHN
81	—	—	—	—	—	—	—	—		2 TIN
2P ₁ -4d ₃	612 3	623 4	67 8	—	—	617 4	63 5	17 2	II	2 TIN
2P ₁ -4d ₂	875 6	893 8R	93 20	—	—	887 8	95 15	62 4	I	1 TIN
2P ₁ -4d ₁	765 9	781 10R	83 200R	—	—	775 10R	85 30R	94 15	I	1 TIN
2P ₂ -4d ₃	673 8	682 8R	71 50	—	—	675 8	71 15	75 30	I	1 TIN
2P ₂ -4d ₂	948 9	963 10R	5.00 100R	—	—	956 10R	5.03 20	67 15	I	1 TIN
2P ₂ -4d ₁	428 9	449 10R	43 100	—	—	444 10	45 20	95 15	I	1 TIN
2P-7D	—	—	—	30	—	—	—	45 20	I	1 TIN
3D-5JP	099 5	14 6u	33 3r	—	—	2 2U	4 1u	—	III	1 EHN
C	648 9	645 8R	64 50	—	—	639 8R	65 30	—	I	1 EHN
2P-5.5S	—	—	—	31	—	—	—	—	I	1 EHN
C ₂ a	738 7	744 8R	74 30	—	—	737 8R	76 20	—	I	1 EHN
C ₂	535 9	538 10R	54 100	—	—	523 10R	52 30	—	I	1 EHN
C ₂	969 8	988 6	9.02 30	—	—	982 8R	97 20	—	I	1 EHN
C ₂	963 9	962 8R	34 50	—	—	958 8R	34 20	—	I	1 EHN
C ₂ a	008 9	006 8R	04 50	—	—	2989 8R	01 20	—	I	1 EHN
3D 6P	455 2	437 4	45 3	—	—	4 2U	41 1	—	I	1 EHN
1.5S-2P	731 10R	726 10R	74 100R	—	—	721 10R	73 100R	—	III	1 EComb
2P-7.5S	—	—	—	22	—	—	—	—	I	1 EHN, EH
2P-8.5S	—	—	—	64	—	—	—	—	I	1 EHN
3D-6JP	554 1	—	—	—	—	—	5 1	—	III	1 EHN
409	—	—	0 2	—	—	—	—	—	III	1 EHN
3d ₁ -5JP	552 4	575 4r	7 6	—	—	58 4r	8 2r	—	III	1 TB
3d ₂ -5JP	944 3	983 2r	5.15 6d	—	—	98 2r	5.1 2r	—	III	1 TB
3d ₃ -5JP	649 2	680 2r	86 4	—	—	7 2r	8 1r	—	III	1 TB

	Crew Bogen	Holz Bogen	Erner u. Haschek Bogen	Saunders Bogen	Barnes Bogen	Holz Funke	Erner u. Haschek Funke	Klasse	
3D-11/P	178	[170]	[153]	221	134	170	153		
2P-3.5S	—	—	—	42	—	—	—		EB
3d-7/p	—	—	—	72	—	—	—		ETComp
3d-7/p	367 1	—	—	—	41	—	—	III A	TB
3d-7/p	349 1	—	—	—	35	—	—	IV A	TB
3d-7/p	374 1	—	—	—	27	—	—	IV A	TB
2P-3.5S	—	—	—	—	—	—	—	V	PIIN
2P-2.5S	903 9	906 4	91 20	—	—	906 10R	720 50r	V	PIIN
3d-8/p	—	—	—	—	—	—	—	V	PIIN
3d-8/p	022 9	028 4	08 10	—	—	033 8r	15 50r	V	PIIN
3d-8/p	—	—	—	—	—	—	—	III A	TB
2P-5d	240 2	—	—	—	31	—	—	III A	TB
2P-5d	307 2	—	—	—	38	—	—	III A	TB
2P-5d	448 1	—	—	—	34	—	—	III A	TB
2P-5d	—	49 2	—	—	—	—	—	III	TIN
3d-9/p	940 0	—	—	—	—	—	—	III	TIN
3d-9/p	760 3	757 6	76 8	—	—	—	—	III	TIN
3d-9/p	400 7	403 10	38 20	—	—	4 4C	38 4	III	TIN
3d-9/p	973 2	988 6	22 8	—	—	7 4C	71 3	III	TIN
3d-9/p	749 6	759 8	72 20	—	—	1 2C	—	III	TIN
3d-9/p	—	—	—	60	—	—	—	III	TB
3d-9/p	—	—	—	69	—	—	—	III	TB
2P-5d	107 6	108 8	04 10	11	—	—	03 2	III	TIN TB
3d-10/p	—	—	—	06	—	—	0 1a	III	TB
3d-10/p	—	—	—	26	—	—	—	III	TB
3d-10/p	—	—	—	49	—	—	—	III	TB
3d-11/p	—	—	—	91	—	—	—	III	TB

67

61

59

53

50

48

47

36

16

06

3696

78

75

73

53

44

44

44

30

30

28

25

24

08

3524

91

89

2403

[illegible]

1) Kombinationslinie in T-System.

Die Linie ist sonst in Bonn zu 5140.715 gemessen.

	Crew Bogen	Holtz Bogen	Krner u. Haschek Bogen	Saunders Bogen	Holtz Funkte	Krner u. Haschek Funkte	Eder Funkte	Klasse	
3150	747 4	714 2m	—	—	—	—	—	III A	TIN
41	164 0	—	—	—	—	—	—	IV A	TIN
40	783 2	720 2m	—	—	—	—	—	IV A	TIN
36	003 2	5.868 1m	—	—	—	—	—	IV A	TIN
17	656 1	—	—	—	—	—	—	IV A	TIN
09	—	—	—	51	—	—	—	IV	TIN
08	—	—	—	56	—	—	—	IV	TIN
07	388 1	—	—	—	—	—	—	IV	TIN
02	36 0	—	—	—	—	—	—	IV	TIN
00	—	—	—	22	—	—	—	IV	TIN
3059	—	—	—	34	—	—	—	IV	TIN
95	—	—	—	29	—	—	—	IV	TIN
81	—	—	—	55	—	—	—	IV	TIN
80	—	—	—	82	—	—	—	IV	TIN
76	—	—	—	99	—	—	—	IV	TIN
71	—	—	—	97	—	—	—	IV	TIN
71	—	—	—	96	—	—	—	IV	TIN
67	—	—	—	01	—	—	—	IV	TIN
62	—	—	—	06	—	—	—	IV	TIN
55	—	—	—	55	—	—	—	IV	TIN
55	—	—	—	52	—	—	—	IV	TIN
49	—	—	—	01	—	—	—	IV	TIN
45	—	—	—	73	—	—	—	IV	TIN
41	—	—	—	06	—	—	—	IV	TIN
39	—	—	—	21	—	—	—	IV	TIN
34	—	—	—	52	—	—	—	IV	TIN
28	—	—	—	97	—	—	—	IV	TIN
24	—	—	—	93	—	—	—	IV	TIN

Calcium.

[illegible]

1) Mit C ist eine zuerst von Rydberg 53, dann Gützze 223, untersuchte Gruppe von 6 Linien bezeichnet, die durch Kombination von p-
-Termen entsteht und die Form hat $m p_1 - n p_1$.

		Crew Bogen	Saunders Bogen	Holtz Funke	Exner u Haaschek Funke	Eder Funke	
		[179]	[150, 221]	170	163	174	
	2258	—	07 1	—	—	—	
1.5S-4.5S	57	—	30	—	—	—	EComb.
	49	—	8	—	—	—	
	22	—	59 1	—	—	—	
1.5S-6D	21	—	91	—	—	—	EH
	16	—	7	—	—	—	
	11	—	812 0	—	—	—	
2P ₁ -3.5C	08	008 3	—	7 dr	8 1u	83 2u	PHN
1.5S-6P	00	76 1	80 3	5 2u	—	—	EH
2P ₂ -3.5C	2197	791 3	—	8 dr	—	94 2	PHN
	87	—	66 1	—	—	—	
	79	—	44 1	—	—	—	
1.5S-5.5S	77	—	8	—	—	—	EComb.
	67	—	57 0	—	—	—	
1.5S-7P	50	78 1	—	—	—	—	EH
	32	—	51 0	2 2u	—	—	
	31	—	—	4 2u	—	—	
	24	—	—	1 1u	—	—	
	21	—	—	—	—	—	
1.5S-8P	18	—	68	—	—	—	EH
	13	19 1	—	—	—	28 1u	
2P ₁ -5D	12	763 2	—	7 dr	—	—	PIN
2P ₂ -5D ₂	08	239 2	—	1 dr	—	47 1u	PIN
	2098	—	14 1	—	—	—	
1.5S-9P	97	—	49 v	—	—	—	EH
	88	—	88 1r	—	—	—	
1.5S-10P	82	—	78	—	—	—	EH
1.5S-11P	78	—	28 0v	—	—	—	EH

		Saunders Bogen			Saunders Bogen	Eder Funke
		[150, 221]			160, 221	174
1.5S-12P	2085	42 0			1101	35 1
	64	77	EH		51	87 1
	40	26 6			1839	8
	35	13 5			37	1

		Lyman	Saunders			Lyman	Saunders	
		[163]	[184]			163	184	
	1872	5 3			3D-4.5P ₁	38	0 9	PB
	70	4 3			2P ₁ -5D ₂	15	0 8	PIN
2P ₁ -4.5C	51	3 7	0.9	PHN	2P ₂ -5D ₂	07	8 7	PIN
2P ₂ -4.5C	48	3 6	—	PHN	2P ₁ -5.5C	1898	9 2	PHN
3D ₂ -4.5P	40	2 10	Norm	PB	2P ₂ -5.5C	92	4 1	PHN

		Lyman		Saunders				Lyman		Saunders	
		[163]		[184]				[163]		[184]	
$2p_1-7D_1$	1680	5	2	—	PIN			1400	—	0.7	
$2p_2-7D_2$	74	1	1	—	PIN			1393	6	5	—
	1561	2	2?	Norm		$3D_1-7\sqrt{3}$	70	6	3	—	PB
	55	1	8	Norm		$3D_2-7\sqrt{3}$	69	1	3	—	PB
$3D_1-6\sqrt{3}$	53	5	7	—	PB		47	—	7.1		
	46	0	?	—			1276	4	3	—	
	33	4	2	8			68	2	2	—	
	1526	7	2	—			64	5	2	4.7	
	1475	—	—	5.5			60	2	1	—	
$3D_2-6\sqrt{3}$	34	3	6	Norm	PB		54	3	2	—	
$3D_1-6\sqrt{3}$	33	1	5	—	PB		46	2	1	—	
	02	7	4	—			977	—	7.9??		

Röntgengebiet.

X-Einheiten:

K	Moseley	Siegbahn u. Stenström		Hjalmar
	[177]	[194]		[234]
"	3968	α_2	3970	3955.12 1)
		α_1	3955	51.86
		α_3	3928	82.5
"	3084	β_1	3086	3082.87
			β_2	79.57
		β_3	3074	67.40

Lee [161] bringt in ein im Bogen rotierendes Kohlerohr verschiedene Mengen Calciumchlorid und sieht nach, wie viel Salz nötig ist, um die verschiedenen Linien umgekehrt zu erhalten: g gebraucht $\frac{1}{2}$, H $\frac{3}{2}$ mal soviel wie K. — St. John [143] mißt H und K in Bogen, Funken, elektrischem Ofen, in Absorption und Emission, findet immer die gleichen Zahlen, nämlich im Mittel 3968.476 und 3933.637. Das stimmt vorzüglich mit den Messungen von Burns [173] und in Bonn (siehe Tabelle); bei Crow weicht H aber um 0.021 ab. — Morton [190] schließt aus dem Gangunterschied, den man bei den Linien erreichen kann, daß die Masse, welche g emittiert doppelt so groß sei, als die, welche H und K emittiert, also etwa im Verhältnis von Molekel zu Atom.

Janicki [186] findet, daß alle Calciumlinien einfach sind, wie schon vor ihm Nutting [95].

Oellers [162] und Könemann [171] untersuchen, in welchen Teilen des Bogens die einzelnen Linien am stärksten auftreten. Beide finden übereinstimmend, daß die Funkenlinien und die der Paarserien am negativen Pol

1) Siegbahn (s. K. Wentzel, Die Naturwissenschaft 16 p. 391, 1922) hat noch die folgenden Linien gefunden: λ 3849 (Begleiter von α_1), λ 3839.86 (α_2), λ 3830.0 (α_3).

irker sind, die übrigen am positiven Pol, wenn auch weniger auffallend. Ähnlich verfahren später Kramstyk [192], Oldenberg [178] und Hoernle [227]. Theoretisch verfahren später Ramsauer und Wolf [237] das Nachleuchten der einzelnen Linien zu verfolgen, ähnlich wie früher Crew und Baker [73], sowie Wetteville [87].

Auch Gale und Whitney [199] finden, daß die Expositionszeiten am kleinsten sind, wenn das Licht vom positiven Pol genommen wird. Sie finden einen starken Poleffekt: die Linien der ersten Nebenserie haben am positiven Pol größere Wellenlänge, am negativen kleinere, als im Licht von der Mitte des Bogens, die Linien der zweiten Nebenserie verhalten sich umgekehrt. Der Poleffekt bei verschiedenen Linien scheint proportional der Druckverschiebung der betreffenden Linien zu sein. Im Vakuum verschwindet er. Weiteres Detail siehe man in der Arbeit von Whitney [200]. Es zeigt sich, daß die nach violett unscharfen Linien am positiven Pol kleinere Wellenlängen haben, die nach Rot unscharfen größere. Für H und K scheint kein Poleffekt zu existieren. Am negativen Pol ist der Poleffekt Null oder äußerst klein, am positiven Pol erreicht er die Größe von 0.05 Å. Er scheint der Intensität der Linie proportional zu sein.

Im Anschluß daran untersucht Miller [228] den Druckeffekt, indem er den Druck von 5 auf 76 cm steigert. In die Resultate kommt Übersichtlichkeit nur, wenn man nach den Gesetzmäßigkeiten ordnet. Dann zeigt sich, daß die Linien der gleichen Serie sich analog verhalten, nämlich alle Linien sich nach längeren Wellen verschieben, wenn sie unscharf nach Rot sind, oder nach kürzeren, wenn unscharf nach violett. Die Gleichheit ist sogar quantitativ: Die Linien, welche das erste Triplet der ersten Nebenserie bilden, λ 4456 usw. verschieben sich um 0.001 Å nach Violett, alle Linien des folgenden um 0.029, des nächstfolgenden um 0.054. H und K haben keine Druckverschiebung, 4220 eine solche nach Rot um 0.018. Weitere Einzelheiten muß man in der Arbeit selbst aufsuchen.

Ich muß aber hier auf eine Schwierigkeit hinweisen, die meines Wissens nicht genügend hervorgehoben ist. Wir haben zwei sorgfältige Messungsreihen des Ca, die von Crew und Mc Canloy [179] im Vakuumbogen, von Holtz [170] im Bogen in Luft. Crew weist selbst darauf hin, daß abgesehen von längeren Wellen etwa oberhalb 5800, wo Holtz offenbar entweder durch schlechte Normalen oder durch eine Verschiebung zwischen Ca- und Fe-Aufnahme falsch ist, die beiden Messungsreihen sehr gut übereinstimmen. Trotzdem wäre es falsch, etwa aus ihnen das Mittel zu nehmen, sie lassen sich vielmehr nicht vereinigen, wenn man nicht für alle Linien den Druckeffekt kennt. Bei den spektroskopischen Messungen hat man bisher den Bogen bei Atmosphärendruck zugrunde gelegt. In ihnen steckt der ganze Druckeffekt für eine Atmosphäre, der freilich meist gering ist, aber doch die hundertel Å beeinflusst. Für Aufstellung von Gesetzmäßigkeiten müßte man natürlich diesen Druckeffekt beseitigen, also prinzipiell den Vakuumbogen nehmen, der ja auch viel schärfere Linien gibt. Aber bisher ist das kaum geschehen. Wie groß der Einfluß sein kann, läßt

sich gerade am Ca sehr gut erkennen, wo wir gute Messungen im Vakuum und bei 1 Atm., und eine Messung der Druckverschiebung haben.

In der folgenden Tabelle gebe ich in der ersten Kolonne Wellenlängen, in der zweiten die Druckverschiebung derselben nach Miller, in der dritten den Messungsunterschied Holtz-Crew. Es sind solche Liniengruppen herausgesucht, die möglichst stark nach Rot (+ Zeichen), gar nicht, oder möglichst stark nach Violett (— Zeichen) verschoben sind.

I	II	III	I	II	III	I	II	III
5041	+ 0.015	— 0.021	4318	— 0.001	+ 0.003	8301		+ 0.014
4527	+ 0.027	— 0.008	4299	— 0.001	+ 0.001	8360	0.054	+ 0.010
4878	+ 0.031	— 0.036	4289	0.000	+ 0.001	8344		+ 0.017
4855	+ 0.038	— 0.041						

Man sieht deutlich, daß die Messungsdifferenzen der beiden Beobachter nur zum Teil durch Messungsfehler zu erklären sind, — in welchem Fall man den Mittelwert nehmen dürfte, — zum großen Teil aber durch die Druckdifferenz bedingt sind.

Da nun die Druckverschiebungen kaum für andere Elemente, als etwa Fe und Ca bekannt sind, auch für diese lange nicht genügend, da unsere Tabellen sich aber auf Atmosphärendruck beziehen, so sind eigentlich die Messungen am Vakuumbogen für viele Zwecke unbrauchbar, da wir sie vorläufig nicht auf Luftdruck reduzieren können.

Mc Cauley [238] hat kürzlich Interferenzmessungen am Vakuumbogen mit den Vakuummessungen von Crew und denen von Holtz vergleichen, findet gute Übereinstimmung mit ersteren, weniger gute mit letzteren, ob er dabei die Druckverschiebung berücksichtigt hat, ist aus dem Auszug nicht zu sehen.

Moore [157] behandelt den Zeeman-Effekt. Die Linien der Triplet-Nebenserie scheinen sich in Quadruplets zu verwandeln, die Fowlerische Tripletserie (4586 usw.) keinen Zeeman-Effekt zu zeigen. Die übrigen untersuchten Linien bilden Triplets. — Man sehe weiter Götze [233] sowie Paschen und Back [235].

King [207] beschäftigt sich mit der anomalen Dispersion, erzeugt durch Dampf in seinem elektrischen Ofen. Da die Dichte von unten nach oben variiert, so wirkt die Dampfmasse als Prisma. Dabei ergibt sich das interessante Resultat, daß man solche Temperatur herstellen kann, daß die Dampfmasse als Prisma mit brechender Kante nach oben wirkt für H und K, gleichzeitig als Prisma mit brechender Kante nach unten für 4226. Dadurch ist der eindeutige Beweis geliefert, daß diese Linien von verschiedenen Emissionszentren geliefert werden.

Als letzte Arbeit über das Bogenspektrum des Ca sei eine solche von Angel del Campo [216] genannt. Er erhält von allen Calcit-Proben folgende neue Linien: 2565.08, 2564.08, 2558.90, 2558.27, 2557.25, 2554.86, während andere Kalksalze sie bald zeigen, bald nicht.

Verschiedene Versuche, bei denen der Bogen auch in anderen Gasen als Luft entzündet, lassen ihn annehmen, daß es sich um chemische Prozesse handle, die auch in anderen Fällen für das Erscheinen oder Fehlen von Linien verantwortlich machen will. Die genannten Linien würden von „freiem Calcium“ erzeugt. — Der Sinn der Arbeit ist mir nicht ganz klar. Wenn ich ihn recht verstehe, erscheinen die Linien eben nur, wenn der Ca-Dampf in genügender Menge vorhanden ist; wird diese aber, z. B. durch eintretende Oxydation verändert, so sind die Linien nicht sichtbar, — wenigstens nicht mit gewöhnlichen Expositionszeiten. Aber dann kann man doch nicht sagen, das Spektrum werde durch chemische Prozesse geändert.

Über Ca in Flammen sind nur wenige Worte zu sagen. Hanc [166] hat photometrisch die Intensität von Ca-Linien in Flammen bei variabler Salzkonzentration. Hemsalech und Wetteville [135] leiten Sauerstoff über Ca-Linien, und lassen ihn mit Azetylen verbrennen. Die Ca-Linien, 26 an Zahl, erscheinen unten in der Flamme sehr schwach, werden erst über dem Brenner stark. — Die Verfasser machen folgende Angaben: Aus dem Spektrum zwischen λ 300 u. λ 500 erscheinen in der Flamme von Luft + H: 3 Linien, in Leuchtgas + O: 13, in H + O: 18, in Azetylen + O: 26, im Bogen nach Cooper: 28, im kondensierten Funken 30 Linien. Eine Tabelle enthält die Linien und ihre Intensitäten. — In einer zweiten Abhandlung [139] wird auch der langwellige Teil berücksichtigt, eine Tabelle bis λ 671 gegeben. Ein Vergleich mit dem Spektrum des elektrischen Ofens von King zeigt sehr große Analogie, und so wird geschlossen, daß man es in Flammen, etwa so wie im Ofen, mit Wärmewirkung zu tun habe.

Kaum zu erwähnen lohnt die Angabe von Meunier [158], daß er in der Wasserstofflampe vergebens nach Banden von Wasserstoff gesucht habe, aber stets im Rot und Grün die Banden von Ca gefunden habe.

In Funken wird die Geschwindigkeit der leuchtenden Teilchen untersucht, — ein etwas zweifelhafter Begriff. Solche Versuche macht Royds [132, 149] im wesentlichen nach dem Vorgang von Schuster und Hemsalech (Bd. V, S. 245), indem er auf rotierendem Film photographiert. Er untersucht auch den Einfluß von Selbstinduktion, Kapazität. Für die Ca-Linien werden zwei verschiedene Geschwindigkeiten gefunden, etwa 500 und 100 m/sec. Hemsalech [148] bringt den Funken in ein Magnetfeld; dann wird er fortgeblasen und ausgebreitet, und es werden Schlüsse auf Leuchtdauer und Geschwindigkeit gezogen. Bei Ca ist die Leuchtdauer der Bogenlinien ungefähr proportional der Intensität, bei Funkenlinien viel kürzer. In einer zweiten Arbeit [156] läßt er den Funken in verschiedenen Gasen übergehen; besonders schön sei die Erscheinung in Wasserstoff. In Sauerstoff werde 4226 heller als H und K. Dann [165] wird die Geschwindigkeit für verschiedene Linien gemessen; sie sei im allgemeinen 87 m/sec., für die enhanced lines 3737 und 3969 aber 148 m/sec. Ein sehr merkwürdiges Ergebnis ist, daß der Kitt, mit dem andere Metallstücke befestigt sind, auch verdampft und Ca-Linien zeigt, diese haben

dann aber nicht die Geschwindigkeit des Ca, sondern der betreffenden Metalle. Man vgl. auch die ähnlichen Ergebnisse von Ramsauer u. Wolf [237].

Goldstein (Verhandl. D. Physik. Ges. 12, p. 426-443, 1910) hatte in einer Geißleröhre Funken durch Salze gehen lassen, und die dabei auftretenden Spektren als etwas vermeintlich Neues „Grundspektren“ genannt. In Wahrheit sind es die Funkenspektren nebst solchen von Luft, Chlor usw. Versuche mit Ca-Chlorid werden von Scharbach [172] wiederholt; er erhält aber nur Luftlinien. Nelthorpe [156] benutzt das Fluorid und findet: H und K, 3737 und 3709 recht schwach, 3179 und 3159 ziemlich stark, endlich 4226 schwach. Auch Pollok [167] benutzt ein ähnliches Verfahren. Er bestimmt die Empfindlichkeit der Ca-Reaktion in einer mit gemessenen Mengen von Salzlösungen beschickten Quarzröhre beim Durchgang von Entladungen.

Smith [181] beobachtet Büschelentladungen in Flüssigkeiten. Dabei treten Ca-Linien von Verunreinigungen auf, aber immer nur, wenn die Elektrode negativer Pol ist. Williams [193] läßt Funken nach Lösungen von Ca-Salzen gehen und teilt die Linien ein in verschiedene Klassen je nach ihrem Verhalten gegenüber variabler Selbstinduktion.

Über die Wirkung des elektrischen Feldes hatten zuerst Stark und Kirchbaum [185] Versuche gemacht. Sie finden bei H und K keine solche. Howell [197], die nach der Methode von Lo Surdo arbeitet, findet eine Aufspaltung in 2 unpolarisierte Komponenten beim transversalen Effekt, in drei beim longitudinalen Effekt. — Ritter [210] erhält bei dem Triplet der ersten Nebenserie 3361, 3350, 3344 eine Verschiebung nach Violett um resp. 1,02, 1,33, 1,36 Å für 26000 Volt/cm. Die Linien sind unscharf nach Violett, werden auch durch Druck nach Violett verschoben.

King und Carter [202, 214] setzen Ca konzentrierten Kathodenstrahlen aus; es verdampft dabei und der Dampf leuchtet. Die erste Arbeit enthält ein Verzeichnis der photographierten 26 Linien zwischen λ 318 u. λ 504. Am charakteristischsten ist die außerordentliche Stärke verbunden mit Schärfe von 4226, ferner relative Stärke von 3706, 3737, und der Serie von Einzellinien. H und K sind kräftig vorhanden, dagegen fehlt die Gruppe von sechs Linien bei λ 4300 fast vollständig. — Reichenheim [147] untersucht Anodenstrahlen: es treten nur Linien der Haupt- und Nebenserien auf und 4226. — Es zeigt sich bei den Linien Dopplereffekt; aus der Größe der Verschiebung schließt der Autor auf zweiwertige Emissionszentren.

Der Bau des Ca-Spektrums ist weiter aufgeklärt worden. Es gelang einen großen Teil der Bogen- und Funkenlinien in drei Seriensysteme, sowie eine größere Anzahl von Kombinationen einzuordnen.

Ähnlich wie bei Baryum setzt sich das Spektrum des Calciums aus je einem System von Tripletserien der vier Grundtypen, einem System von Einzellinien-Serien und einem System von Paarserien zusammen. Nachdem Kayser und Runge [52] die Nebenserien des Triplettsystems, Paschen [129] den Anfang der Hauptserie des Tr-Systems, Saunders [125] die Bergmannserie gefunden

atte, ist dies System von Lorenser [116] und namentlich Saunders [150, 221] vervollständigt worden. Die Einordnung in der Tabelle geht auf die neueste Bearbeitung durch Saunders [221] zurück, benutzt indes die Paschensche Bezeichnung. Auf Einzelheiten einzugehen ist hier nicht der Ort. Auch die Terme sind nach Saunders [221] gegeben. Weitere Berechnungen dieser Serien findet man bei Hicks [168, 169], der sie im Hinblick auf den Zusammenhang der Serienkonstanten mit dem Atomgewicht bzw. Atomvolumen untersucht und neu berechnet. Ebenso berechnen Lorenser [176], sowie Dunz [160] die Terme, die von Frommel gesammelt werden [231]. Ein besonderes Interesse bietet auch der von Paschen und Back untersuchte Zeemaneffekt. Auf Grund desselben lassen sich, wie Paschen und Back [235], sowie Gütze [233] zeigen, die bereits früher von Rydberg [53] und neuerdings von Popow [182] untersuchten Gruppen von je 7 Linien bei 5600 und 6 Linien bei 4300 als Kombinationen von d-Termen bzw. p-Termen erkennen und in ihrem Zeemaneffekt deuten. Zwischen dem System der Tr-Serien und demjenigen der einfachen Linien besteht ein Zusammenhang, wie sich darin zeigt, daß eine Reihe von Kombinationen zwischen Termen der beiden Systeme vorkommen, wie Paschen [129], Saunders [221], Dunz [160], Lorenser [176] zeigen. Im einzelnen ist wohl noch mancherlei unsicher. Die Angaben in unserer Tabelle schließen sich im wesentlichen an die Kritik von Saunders [221] an.

Dasselbe gilt von den Serien einfacher Linien, die zuerst von Saunders [144] gefunden und allmählich vervollständigt, von Dunz [160] ebenfalls berechnet wurden.

Einen durchaus verschiedenen Charakter von diesen beiden Seriensystemen hat das System von Paarserien, das in der Hauptsache die sog. Funkenlinien, unter ihnen die Linien H und K umfaßt. Die Hauptserie dieses Systems ist noch immer nicht bekannt, obwohl man schon im Beginn der Serienforschung das Paar H und K in Verdacht gehabt hat. Ritz [114] gab dann den Anfang der ersten Nebenserie dieses Systems, Paschen den Anfang der zweiten Nebenserie. Diese Serien wurden weiter von Saunders [150], Lyman [163] u. a. vervollständigt. Hicks [191], Lorenser [176], Johanson [205] und Fowler¹⁾ haben die Serien neu berechnet. Dabei zeigte sich, daß die bekannten Serienformeln zur Darstellung der Serien der enhanced lines nicht ausreichten. Wie Johanson [205] und Fues [225] nachweisen, gelingt dies jedoch mit modifizierten Formeln. Ein neuer Gesichtspunkt zur Beurteilung dieser Serien wurde durch Fowler gefunden, als er den Nenner $4N$ vorschlug, den dann Hicks [191] zur Darstellung brauchbar fand. Durch Kossel und Sommerfeld [212, 224] ist mittels des Verschiebungssatzes die Frage scharf formuliert worden. Das System der Paarserien würde nach dieser Auffassung, die von Fues [225] für Calcium ausführlich begründet wird, den Charakter der Alkalienpektren tragen, dem ionisierten Ca angehören und daher auch

1) Phil. Trans. A 214, 1914.

keine Kombinationen mit den beiden erstgenannten Systemen eingehen. Zur Besprechung von Einzelheiten ist hier nicht der Ort. Die Zahlen in der Tabelle der Terme sind der Arbeit von Fues entnommen¹⁾.

Nach dem Bereiche des Röntgenspektrums hin liegen mehrere Messungen in der K-Serie vor, die ersten von Moseley (177), der je eine α - und β -Linie fand. Diese wurden später durch Siegbahn und Stenström [108, 203, 211, 217] in neuester Zeit durch Hjalmar [234] in mehrere Komponenten aufgelöst, die in der Siegbahnschen Bezeichnungsweise am Schlusse der Wellenlängentabelle aufgeführt sind. Für die Systematik und Einordnung dieser Linien in die Kombinationsschemata gilt das schon bei anderen Elementen bemerkte²⁾. — Die Absorptionsgrenze K_m ist von Wagner [204] und Fricke [222] gemessen worden. Letzterer gibt an $K_m = 3.0683 \text{ \AA}$. Für die Ionisierungs- bzw. Anregungspotentiale liegen einige Berechnungen und Messungen vor von McLennan und Young [215], Mohler, Foote und Stimson [219], sowie Mohler, Foote und Meggers [220]. Man vgl. auch Franck [230]. Es wird gefunden für die Linie 6575 die Aur.-Spann. berechnet $V 1.88$, beob. 1.90 , für 4227 desgl. $V 2.92$ beob. 2.85 , für 2028, ber. $V 6.09$, beob. 6.01 , letzteres als Ionisierungsspannung. In diesen Zusammenhang gehören wohl auch die Beobachtungen von Moore [236] über die Anregung von Linien im Bogen kleiner Spannung, sowie Christler [232], Saha [226] bringt diese Daten in Zusammenhang mit der Temperatur.

Bandenspektra.

Die Bandenspektra von Ca und seinen Verbindungen sind nicht erheblich geklärt worden. Die große Schwierigkeit ist, daß gleichzeitig meist mehrere von den möglichen Bandensystemen, — Metall, Oxyd, Chlorid usw. —, die alle sehr bandenreich sind, sich übereinander lagern, und ein starker kontinuierlicher Grund das Bild noch unklarer macht. Verschiedene veröffentlichte Photographien (Eder und Valenta, Harnack, Eagle) zeigen das sehr deutlich, und machen die Klage verschiedener Beobachter (Harnack, Eagle), daß man solche Spektra nicht durch Zahlenangaben beschreiben könne, verständlich. So sind denn auch fast alle Zahlenangaben sehr schwankend und zweifelhaft, ebenso die Zugehörigkeit der meisten Banden.

Es seien zunächst die neueren Arbeiten in zeitlicher Reihenfolge kurz besprochen: King [131] bringt in seinen Kohlenfen metallisches Ca in Wasserstoffatmosphäre und beobachtet Banden mit Kanten bei 5934, 5816, 5543. Er sagt, die beiden ersten würden durch Eder und Valenta dem Chlorid, das dritte dem Oxyd zugeschrieben. Da aber in seinem Ofen weder Chlorid noch Oxyd hätte vorhanden sein können, müßten die Banden vom Metall oder vom

1) Zusatz bei der Korrektur: In seinem Report on series in line spectra, London 1922, gibt A. Fowler eine neue Berechnung der Serien und der Terme, und die Zahlen von Saunders verbessert.

2) Vgl. auch K. Wentzel, Die Naturwissenschaften 10 p. 369—381 1922.

Hydrid herrühren. — Wir werden sehen, daß sie trotzdem auch heute so erklärt werden, wie damals.

Barnes [134] brennt den Ca-Bogen im Vakuum und erhält dabei eine große Reihe von Banden, deren Kanten er zwischen 6432 und 6173 mißt. Darunter befinden sich die Kanten bei 6382 und 6389, die Olmsted (siehe Bd. V, p. 262) als Hydridbanden erklärt hatte, und die im Sonnenspektrum gefunden waren. Barnes [146] bezweifelt dann ihre Zugehörigkeit zu einer Wasserstoffverbindung. Sie entstehen am besten im Vakuum; eine Atmosphäre von H oder N beeinflußt sie nicht wesentlich, während eine solche von Luft oder SO_2 sie sofort verschwinden lasse. Er meint, sie gehörten zum Metall.

Eingehende Untersuchungen führt Harnack [159] aus: er verdampft 1. metallisches Ca (auch Nitrat) in der O-H-Flamme; 2. Calciumchlorid in derselben Flamme; 3. Calcium in der Cl-H-Flamme. Es zeigt sich, daß 1 und 3 keine Bande gemein haben, während 2. ein Gemisch der Banden von 1 und 3 gibt. Also wird geschlossen, daß 3 die Banden vom Chlorid zeige. Zweifelhaft wird die Sache im Ultraviolett, wo nicht alle Banden von 3 sich auch in 2 vorfinden.

Eder und Valenta [154] besprechen das Spektrum der Salze im Bunsenbrenner, in der Sauerstoffleuchtgasflamme (p. 13), im Bogen (p. 26). Die entstehenden Spektren werden dem Oxyd zugeschrieben. Ferner finden sich Tafeln und Zahlenangaben für Flammenspektren vom Chlorid, Bromid, Jodid, Fluorid und ebenso für die Bogenspektren.

Exner und Hasehek [153] haben CaCl_2 im Bogen benutzt und Bandengruppen erhalten, deren Wellenlängen sie ohne weitere Bemerkung über den Ursprung angeben. Es handelt sich um die dem Chlorid zugeschriebene Gruppe, die bei 4954 beginnt. — Harnack [180] bläst durch einen Funken einen mit Salzstaub gemischten Gasstrom, wodurch eine Art Flamme entsteht, welche schöne Spektren zeigt; es wird auch das Spektrum von CaCl_2 untersucht und zwar im O und im H-Strom. In ersterem erscheinen Chloridbanden und die anderen, in H nur die ersteren; also gehörten die so viel umstrittenen Banden zum Oxyd, nicht zum Metall selbst.

King [196] findet, daß die Banden 6382.2 und 6389.2, abgeschwächt nach Violett, und eine schwächere Gruppe, in der zwei Kanten bei etwa 6902 und 6919 hervortreten, zwar im Vakuumrohr erzeugt werden, — offenbar von Resten von Wasserstoff, — aber wesentlich heller sind, wenn man Wasserstoff einläßt. Sie rühren also von einem Hydrid her.

Im folgenden seien zuerst die Messungen für Ca oder CaO von Harnack und von Eder und Valenta zusammengestellt. Bei einigen Kanten ist die Übereinstimmung gut, meist herzlich schlecht. Man sieht nur, daß es sich um dasselbe schwer faßbare Spektrum handelt, wo die Autoren verschiedene Punkte messen, bald die Mitte, bald den Anfang, bald das Maximum. Mit Olmsted (siehe Bd. V) stimmt Harnack viel besser überein. Es bedeutet A wahrscheinlich „Anfang“, — der Autor erklärt das Zeichen nicht, — KR und

KV die Kante einer nach Rot oder Violett laufenden Bande. Ich habe bei Harnack das Mittel aus den zwei von ihm gegebenen Zahlenreihen genommen.

Harnack	Eder u. Valenta	Harnack	Eder u. Valenta	Harnack	Eder u. Valenta
	6340	5484 A	5470	4035	4042
6512 A	6550	5482 Max	5480	4072 KV	4080
6459 Max	6442	—	5410	3964 KV	3970
6389 A	—	5376 KV?	5370	3960 KV	3900
6318 A	—	4580 Max	—	3941 KV	3990
6253 Max	6265	4559 KV	4550	3873	—
6098 A	6076	4540 KV	—	3857 KV	3858
6085 KR	6084	4533 KV	—	3852 KV	—
6022 KR	—	4517 Max	—	3774 KV	3774
6009 KR	—	4501	4465	3754 KV	3754
5986 KR	5983	—	4440	3714	—
5957 KR	—	4403 KV	—	3691 KV	3697
	5817	4385 KV	4380	3657 KV	3655
5788 A	5728	4367 KV	4365	3645 KV?	—
5719 KV	5680	4352 KV	4352	3633 KV?	—
5570 A	5587	—	4325	3607 KV	3494
5558 KV	—	4204 KV	—	3473 KV	—
5547 KV	5548	4127 KV	4122		3439
5535 Max	5530	4105 KV	4105		
—	5517	4084 KV	4084		

Nicht besser ist die Übereinstimmung für die Chloridbanden, die sich in der folgenden Tabelle finden. Eder und Valenta geben Zahlen für Flamme und Bogen.

Harnack	Eder u. Valenta Bogen	Flamme	Harnack	Eder u. Valenta Bogen	Flamme
	6362		—	6033 K	
6349 KR	6345 KV		6074 Hd	6076	6080
—	6384 KV	6328	6066 Hd	6064 K	—
6320 KR	6319 KV	—	6044 Hd	6048	6044
—	6307 KV	6302	6036 Max		6033
—	6259 KV	—	6011 KV?		6010
—	6249 K	—	5791?		
—	6237 K	—	4055 A		4050
6220	6225 K	—	4007 A		—
6210	6212 K	6202	3995 A		3990
6191 KR	—	—	3944 A		3951
6182 KR	—	6180	3925 A		3934
—	6098 K	—	3900 Max		3907

Harnack	Eder u. Valenta Flamme	Harnack	Eder u. Valenta Flamme
3878 A	3876	3801 KV	3771
3868 A	—	3754 KV	3760
3838 Max	3840	3745 KV	3723
3830 KV	3828	3693 KV	3687
3812 KV	—	3687 KV	3652

Um was es sich handelt, zeigt die folgende Tabelle, welche die Messungen von Exner und Haschek im Bogen gibt; jede Zahl bedeutet die Kante einer nach Violett abgeschattigten Bande. Es handelt sich also um Bandengruppen; was Harnack z. B. mit 5936 bezeichnet, ist die letzte Kante einer nach Rot laufenden Bandengruppe, deren letztes Glied Exner und Haschek bei 5962 messen. Ebenso ist Harnack 6182 die Bandengruppe 6181 bis 6185, 6191 die 6191—6193, 6210 die 6206—6211. Die Angaben sind alle im Rowlandsehen System gemacht.

6211.7	6207.5	6193.5	6183.0	5983.3	5951.6	5941.5
10.6	08.9	92.7	82.2	5962.1	49.4	39.8
09.7	06.5	91.8	81.5	59.3	47.4	38.3
08.9		6184.9	81.0	58.5	45.2	36.8
08.1		83.9		54.0	5943.8	35.6
						34.2

Für die Banden des Bromid und Jodid gehen Olmsted [94] und Eder und Valenta [154] Tabellen. Die Spektren sind sehr unklar, so daß ich den Zahlen geringen Wert beilege und sie nicht bringe.

Das einzige wirklich bekannte Spektrum einer Calciumverbindung ist das des Fluorids, für das die Tabellen schon in Band V, p. 260 gegeben sind. Es hat besonderes Interesse dadurch gewonnen, daß Dufour [133] an ihm den Zeemaneffekt beobachtet hat, zum erstenmal an einem Bandenspektrum. Die weitere Untersuchung in zahlreichen Arbeiten [133, 141, 151, 152] zeigte, daß außer dem normalen Zeemaneffekt auch der anormale, — der positive, wie Dufour sagt, — vorkommt, bei dem der Polarisationszustand der Komponenten so ist, als ob ein positives Emissionszentrum vorhanden sei. Dabei verhalten sich die verschiedenen Kanten verschieden: D" (nach Bezeichnung von Fabry) ist im Feld parallel den Kraftlinien anormal, D, D' und C' normal; senkrecht zu den Kraftlinien geben D' und D" anormale Quadruplets, D und C' nur Paare. Dufour findet, daß auch die Zerlegung dissymmetrisch sei; aber auf genaueres Detail soll nicht eingegangen werden. Er findet endlich, daß das Chlortr ähnliche Erscheinungen bietet: die Bänder bei 6181 und 6192 liefern anormale Zerlegung, 6206 normale.

Datta [229] fügt noch vier neue Kantenserien bei kleineren Wellenlängen hinzu, berechnet Formeln für die Serien in den Fluoriden aller Erdalkalien und des Magnesiums, und sucht nach Beziehungen zwischen den Konstanten der Serien und den Molekulargewichten der Salze.

Während die Bandenspektren sich unter Druck im allgemeinen nicht verschieben, tritt das bei den Fluoriden ein, wie Rossi [140] zeigt. Das Band D, λ 6037 verschiebt sich pro Atmosphäre um 0.0105 Å, das Band D', λ 6051, um 0.0078, endlich D", λ 6064 um 0.0103 Å. Rossi hat die Bänder immer umgekehrt gefunden

CADMIUM (Cd 112.40. Z. 48.)

Literatur.

- [127] A. Pospelow, Über die Emissionsspektren der verschiedenen Teile des Glühstromes in Kadmium- und Zink-Dämpfen. Verh. Physik Ges. 9 p. 323—346 1907.
- [128] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 511—524 (1909).
- [129] F. Paschen, Über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 746—754 1909.
- [130] R. W. Wood and D. V. Guthrie, The ultra-violet absorption spectra of certain metallic vapours and their mixtures. Astrophys. J. 29 p. 211—223 1909.
- [131] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118 IIa p. 1077—1100 (1909).
- [132] T. M. Lowry, A method of producing an intense cadmium spectrum, with a proposal for the use of mercury and cadmium as standards in refractometry. Phil. Mag. (6) 18 p. 320—327 (1909).
- [133] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren III. Ann. d. Phys. (4) 29 p. 717—738 (1910).
- [134] P. Eversheim, Bestimmung einiger Normallinien im He-Spektrum. Ze. f. wiss. Photogr. 8 p. 148—150 (1910).
- [135] P. Joye, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. Ann. chim. et phys. (8) 21 p. 148—197 (1910).
- [136] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.
- [137] A. de Gramont, Sur la place des raies ultimes dans les séries spectrales. C. R. 151 p. 808—811 (1910).
- [138] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911, 1912.
- [139] P. P. Koch, Über die Messung der Intensitätsverteilung in Spektrallinien. I. Ann. d. Phys. (4) 34 p. 377—444 (1911).
- [140] F. Paschen, Über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. II. Ann. d. Phys. (4) 35 p. 890—900 1911.
- [141] H. Lunelund, Über die Struktur einiger Spektrallinien und ihren Zeeman-Effekt in schwachen Magnetfeldern. Ann. d. Phys. (4) 34 p. 605—642 (1911).
- [142] J. Moulier, Sur le spectre de combustion des hydrocarbures et de différents métaux. C. R. 152 p. 1780—1782 (1911).
- [143] B. Dünz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911.
- [144] G. Wendt, Untersuchungen von Quecksilberlinien. Dissert. Tübingen 1911.
- [145] E. E. Mogendorff, Summation and differential vibrations in line spectra. Verh. K. Akad. Wetensch. Amst. 1911 p. 470—481. — Spectraalreeksen, Diss. Amsterdam 1908.
- [146] M. Hicks, A critical study of spectral series. Part II. The p- and s-sequences and the atomic volume term. Phil. Trans. A 212 p. 33—73 (1912).
- [147] J. Stark, Bemerkung zu einer Abhandlung des Herrn Paschen über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Kadmium und Quecksilber. Ann. d. Phys. (4) 39 p. 1612—1616 (1912).
- [148] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. Part I. Proc. Roy. Soc. Dublin (2) 13 p. 202—218 (1912).

- [149] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. Münster 1912. *Zs. f. wiss. Photogr.* 10 p. 374—392, 393—432 (1912).
- [150] Ch. Wall Mohammad, Untersuchungen über die Struktur und magnetische Zersetzung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912; *Ann. d. Phys.* (3) 39 p. 225—250 (1912); *Astrophys. J.* 39 p. 185—203 (1914).
- [151] G. Wiedmann, Über die Linienspektren von Quecksilber, Cadmium und Zink, hauptsächlich im Rot. Dissert. Tübingen 1912.
- [152] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities reducing these lines, ... *Proc. Roy. Soc. A* 87 p. 38—48 (1912).
- [153] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 39 p. 53—79 (1912).
- [154] E. E. Howson, Band spectra of aluminium, cadmium and zinc. *Astrophys. J.* 36 p. 286—292 (1912).
- [155] H. Künemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 65—76, 123—143 (1913).
- [156] F. Paschen, Über die Seriensysteme in den Spektren von Zink, Cadmium und Quecksilber. *Ann. d. Phys.* (4) 40 p. 602—605 (1913).
- [157] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. *Wien. Ber.* 122 IIa p. 607—633 (1913).
- [158] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektren einiger Metalle unterhalb 3200. Dissert. Münster 1912. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 46—58 (1913).
- [159] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektren verschiedener Elemente im Leiflerrohr. Dissert. Münster 1913. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 269—312 (1913).
- [160] K. Wolff, Untersuchungen im äußersten Ultraviolett. *Ann. d. Phys.* (4) 42 p. 825—839 (1913).
- [161] P. P. Koch, Über die Messung der Intensitätsverteilung in Spektrallinien. II. *Ann. d. Phys.* (4) 42 p. 1—29 (1913).
- [162] W. Wiewern, Experimentelle und theoretische Untersuchungen über die teilweise Polarisation des im Magnetfelde emittierten Lichtes. Diss. 43 pp. Göttingen 1913.
- [163] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part III. The atomic weight as an import in the constitution of spectra. *Phil. Trans. A* 213 p. 323—420 (1913).
- [164] F. Paschen, Bemerkung zur Arbeit des Herrn K. Wolff. *Ann. d. Phys.* (4) 42 p. 840—842 (1913).
- [165] F. Klein, Das Bogen- und Funkenspektrum von Blei in I.A. Diss. Bonn 1913. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 16—30 (1913).
- [166] R. J. Strutt, Duration of luminosity of electric discharge in gases and vapours. *Proc. Roy. Soc. A* 85 p. 110—117 (1913).
- [167] R. Benoit, Ch. Fabry et A. Perot, Nouvelle détermination du rapport des longueurs d'onde fondamentales avec l'unité métrique. Extrait du tome XV des trav. et mém. du Bur. intern. des poids et mesures. Paris 1913, 150 pp. gr. 4°.
- [168] J. de Kowalski, Sur les différents spectres du mercure, du cadmium et du zinc. *C. R.* 153 p. 788—789 (1914). — *Arch. de Genève* (4) 37 p. 265—267 (1914).
- [169] A. Ignatieff, Interferometrische Wellenlängenmessungen im Ultrarot. *Ann. d. Phys.* (4) 43 p. 1117—1136 (1914).
- [170] Theo Volk, Wellenlängennormalen im Ultrarot von Quecksilber, Zink, Cadmium ... Dissert. Tübingen 1914.
- [171] L. et M. Bloch, Sur les spectres d'étincelle de quelques éléments. *C. R.* 153 p. 1416—1419 (1914).
- [172] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metalldämpfen in der Glühmentladung. *Ann. d. Phys.* (4) 44 p. 1151—1168 (1914).
- [173] R. J. Strutt, Luminous vapours distilled from the arc with application to the study of spectrum series and their origin. *Proc. Roy. Soc. A* 91 p. 92—106 (1914).
- [174] J. Malmer, The high-frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* (3) 28 p. 787—794 (1914).
- [175] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 46 p. 868—892 (1915).

- [176] A. T. Williams, Investigaciones experimentales sobre los espectros de la descarga oscilante. Diss. Buenos Aires. 282 pp. 1915.
- [177] J. C. McLennan and J. P. Henderson, Ionization potentials of mercury, cadmium and zinc and the many lined spectra of these elements. *Proc. Roy. Soc. A* 91 p. 486-491 1915.
- [178] Ivar Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren der Elemente. Diss. 64 pp. Lund, Lindstedts Univ. Bokhandel 1916.
- [179] T. Takamine, On the structure of some spectrum lines of bismuth and cadmium. *Proc. Tokyo Math. Phys. Soc.* (2) 8 p. 61-68 1916.
- [180] T. Takamine, Comparison of wave length of the neon line λ 6402 with that of the cadmium line λ 6438 by the method of coincidences of interference points. *Proc. Tokyo Math. Phys. Soc.* (2) 8 p. 9-12 (1916).
- [181] H. J. S. Sand, The cadmium-vapor-arc-lamp. *Chem. News* 112 p. 161 1916.
- [182] J. C. McLennan and E. Edwards, On the absorption spectra of mercury, cadmium and zinc vapours. *Phil. Mag.* (6) 30 p. 696-700 1916.
- [183] E. J. Evans, Some observations on the absorption spectra of the vapours of inorganic salts. *Phil. Mag.* (6) 31 p. 65-62 1916.
- [184] W. O. Sawtelle, The electric spark. *Astrophys. J.* 42 p. 163-171 1916.
- [185] F. A. Saunders, Notes on certain ultra-violet spectra. *Astrophys. J.* 42 p. 234-242 1916.
- [186] J. C. McLennan, On the Bunsen flame spectra of metallic vapours. *Proc. Roy. Soc. A* 92 p. 584-590 1916.
- [187] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. *Phil. Mag.* (6) 32 p. 497-499 (1916). — Dissert. Lund. 49 pp 1916.
- [188] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioakt.* 13 p. 296-341 (1916).
- [189] Mr. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du Br au Bi. *C. R.* 163 p. 81-90 1916.
- [190] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high frequency X-rays. *Phys. Rev.* (2) 10 p. 807-704 1917.
- [191] A. M. Johansen, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. *Ark. Mat. Astron. Fysik.* 12, Nr. 6, 1917.
- [192] A. Hagenbach und W. Frey, Spektroskopisches über elektrodenlose Ringentladung durch elektrische Schwingungen. *Phys. Zs.* 18 p. 544-546 (1917).
- [193] T. Takamine and Sh. Nitta, The spark and the vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultraviolet. *Mem. Kyoto* 2 p. 117-126 (1917).
- [194] J. C. McLennan and H. J. C. Iretton, On fundamental frequencies in the spectra of various elements. *Phil. Mag.* (6) 35 p. 461-471 (1918).
- [195] J. T. Tate and P. D. Foote, Resonance and ionization potentials for electrons in metallic vapors. *Phil. Mag.* (6) 36 p. 64-75 (1918).
- [196] J. Tate and P. D. Foote, Resonance and ionization potentials for electrons in cadmium vapour. *Bull. Bur. Stand.* 14 p. 478-486 (1918).
- [197] J. N. Collie and H. E. Watson, On the spectrum of cadmium in the inactive gases. *Proc. Roy. Soc. A* 95 p. 88-99 (1918).
- [198] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* (2) 14 p. 516-521 (1919).
- [199] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. *Phys. Zs.* 20 p. 254-256 (1919).
- [200] E. Carter and A. S. King, A further study of metallic spectra produced in high vacua. *Astrophys. J.* 49 p. 224-236 (1919). *Mt. Wilson Contrib.* 165.
- [201] A. Hagenbach und H. Schumacher, Das Linienspektrum des Kadmium und des Zink in der elektrodenlosen Ringentladung. *Zs. f. wiss. Photogr.* 19 p. 129-148 (1919).
- [202] R. C. Dearie, Emission and absorption in the infra-red spectra of mercury, zinc and cadmium. *Proc. Roy. Soc. A* 95 p. 280-299 (1919).
- [203] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. *Proc. Roy. Soc. A* 95 p. 316-332 (1919).

- [205] Fr. Bates, A new cadmium vapour arc lamp. *Phil. Mag.* (6) 39 p. 353—358 (1920).
- [206] H. J. S. Sand, On the cadmium-vapour arc lamp. *Phil. Mag.* (6) 39 p. 678 (1920).
- [207] Sir J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in the state of vapour. . . . *Proc. Roy. Soc. A* 98 p. 147—153 (1920).
- [208] F. L. Mohler, P. D. Foote, W. F. Meggers, Resonance potentials and low-voltage arcs for metals of the second group of the periodic table. *Sc. pap. Bur. of Stand.* Nr. 403 (1920), *Bull.* 16 p. 725—737 (1920). Vgl. auch *Journ. opt. Soc.* 4 p. 364—371 (1920).
- [209] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnet-optischer Zerlegungsatz. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 221—263 (1920).
- [210] E. Fues, Vergleich zwischen den Fankenspektren der Erdalkalien und den Bogenspektren der Alkalien. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 1—27 (1920).
- [211] J. C. Mc Lennan, J. F. T. Young and H. C. Iretton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. *Proc. Roy. Soc. A* 98 p. 95—108 (1920).
- [212] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. *Dissert. Tübingen* 1920 (Manusk.).
- [213] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. f. Physik* 3 p. 282—284 (1920).
- [214] L. et E. Bloch, Sur quelques spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *C. R.* 172 p. 803—806 (1921).
- [215] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stoße langsamer Elektronen. *Phys. Zs.* 22 p. 400—414 (1921).
- [216] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. *Zs. f. Physik* 7 p. 341—350 (1921).
- [217] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *Journ. de phys. et le Radium* (6) 2 p. 229—257 (1921).
- [218] B. E. Moore, Excitation stages in open arc light spectra. Part II. *Astrophys. J.* 54 p. 246—272 (1921).
- [219] A. de Gramont et G. A. Hemsalech, Sur le rôle des actions électriques dans l'émission et l'apparence de certain types de raies du spectre du magnésium. *C. R.* 173 p. 505—511 (1921).
- [220] H. Braccchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallsiegeln. *Dissert. Münster* 1921. (Manusk.).
- [221] F. Paschen und K. Back, Liniengruppen magnetisch vervollständigt. *Physica* 1 p. 261—278 (1921).
- [222] E. Carter, Character of the spectra produced by high potential sparks in a vacuum. *Phys. Rev.* 17 p. 486 (1921).
- [223] J. St. van der Lingen, Die Fluoreszenz des Kadmiumdampfes. *Zs. f. Physik* 3 p. 403—404 (1921).
- [224] W. F. Meggers and K. Burns, Spectroscopic notes. I. Standard wave lengths in the cadmium spectrum. — (Manusk. 1922.)
- [225] A. Fowler, Report on series in line spectra. *The Physical Soc. of London. Fleetway Press*, 1922.
- [226] Annual Report of the director of the Mount Wilson observatory. *Jahrbuch der Carnegie-Institution für* 1921 p. 215—294.
- [227] F. M. Walters, Wave-lengths measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. *Sc. Pap. Bur. Stand.* Nr. 411 (1921).

In Bd. V ist bereits auf Grund der vorläufigen Publikation von Renoit, Fabry und Buisson [118] über die Bestimmung der absoluten Wellenlänge der roten Cadmiumlinie berichtet worden, die 1907 von der damaligen International Union zur Grundlage aller Wellenlängenmessungen gemacht worden ist. Inzwischen ist die ausführliche Publikation erschienen [167]. Die Schlußzahlen ändern sich nicht. Als Lichtquelle diente eine mit transformiertem Wechselstrom betriebene erwärmte Cadmiumröhre nach Michelson. Auf 15° C

und 760 mm Druck (trockene Luft) bezogen kommt der Wert $\lambda = 6438.4696$, während Michelson und Benoit früher gefunden hatten 6438.4722. Dieser letztere Wert vergrößert sich durch Anbringung einer Korrektur für das 1893 benutzte Thermometer auf 6438.4727. Nimmt man an, daß damals eine relative Feuchtigkeit von 70% im Laboratorium geherrscht habe, so verkleinert sich endlich diese Zahl auf 6428.4695. Der adoptierte Wert ist 6438.4696.

Eine Anzahl weiterer Cd-Linien sind interferometrisch als Normalen zweiter Ordnung gemessen worden. Ignatieff [160] hat eine der von ihm gemessenen Linien sogar mittels der phosphorographischen Methode interferometrisch bestimmt, Eversheim [134] hat die Linien $\lambda = 4800$ und $\lambda = 4678$, ebenfalls mit Interferometer, gemessen. Endlich haben Meggers und Burns [225] in sehr sorgfältiger Weise einige Cadmiumlinien unter Benutzung verschiedener Etalons neu gemessen. Ihre in der folgenden Tabelle mit angeführten Zahlen dürften auf etwa 0.001 Å. sicher sein, obwohl eine Anzahl der gemessenen Cadmiumlinien zusammengesetzt sind. Bei dem interferometrischen Verfahren überwiegt aber die Hauptkomponente so stark, und bei Benutzung verschiedener Etalons kompensieren sich die Einflüsse der Trabanten der Hauptlinie so sehr, daß die Endresultate immer wieder in der gleichen Weise herauskommen. Aus diesem Grunde werden auch von Meggers und Burns die gemessenen Cd-Linien als Normalen zweiter Ordnung vorgeschlagen.

Die z. T. bedeutenden Abweichungen gegen die Mittel der früheren Messungen erklären sich wahrscheinlich daraus, daß als Lichtquelle eine Cadmiumröhre diente, während die anderen Messungen sich auf den Bogen in Luft beziehen, der unscharfe Linien liefert, vielleicht auch Druckverschiebung aufweist.

Eine Anzahl relativer Messungen sind in neuerer Zeit für den Bogen und Funken in Luft ausgeführt worden. Paschen [129, 133] ist bis zu der Linie $\lambda = 8.9 \mu$ ins Ultrarot vorgedrungen, Volk [170] hat eine Anzahl ultraroter Linien mittels Bolometer und Vakuumapparat gemessen, Walters [228] photographisch zwischen $\lambda = 10395$ und $\lambda = 6000$. Auch Lehmann [153] hat eine Anzahl ultraroter Linien gefunden, deren Zahlenwerte hier wegen der geringen Genauigkeit nicht mit angeführt sind. Weiter abwärts hat Paschen [140] bis $\lambda = 4307$ gemessen. Im Bereiche 8202—5181 gibt Wiedmann [151] Messungen am Spektrum einer Quarzglaslampe, bezogen auf die von Hartmann berechneten Normalen. Die Zahlen sind in der Tabelle angeführt unter Kürzung um eine Stelle und Umrechnung auf Å. Auch Eder und Valenta [128, 131] haben einzelne Linien neu bestimmt, Exner und Haschek [138] ihre alten Messungen an Funken und Bogen ergänzt. Hagenbach und Frey [192] sowie Hagenbach und Schumacher [202] benutzen die elektrodenlose Ringentladung in einer Quarzkugel, in der durch Erhitzen Cd-Dampf entwickelt wird. Es entsteht ein sehr linienreiches Spektrum, das ein Gemisch von Bogen- und Funkenspektrum, jedoch mit vielfach geänderten

Intensitäten darstellt. Aus der ausführlichen Liste der Linien zwischen λ 6467 und λ 2183 sind hier nur diejenigen angegeben, welche neu sind.

5711.0	2	5142.1	3	4742.2	10	3979.5	2	3582.7	1	3030.6	3	2469.8	10
5450.0	1	4881.8	10	13.2	1	72.0	4	18.86	3	2973.8	10	36.25	3
5350.8	9	60.2	6	00.3	1	3817.6	2	3439.31	3	25.3	2		
5289.0	1	33.3	4	4535.3	7	3722.5	1	21.0	2	2707.14	5		
69.5	10	29.1	4	4499.6	1	3666.86	1	19.3	4	2551.6	2u		
5194.1	2	4768.3	1	39.2	10	61.98	1	3338.63	6	50.8	7		
86.0	1	54.4	1	4284.9	10	45.0	2	37.02	3	18.8	1		

Auch Huppers [158] mißt mittels Quarz-Prismenapparates das Bogen-spektrum des Cd. Da er mit geringer Stromstärke und kleinem Bogen arbeitet, so erhält er im Ultraviolett eine Anzahl sonst nur im Funken beobachteter Linien mit einer Genauigkeit von 1—2 Hunderteln. Außer den in der Tabelle angeführten Linien gibt er die folgenden sonst nicht beobachteten:

3154.87	1u	2768.78	3u	2580.13	1	2479.87	1	2412.63	1u	2346.64	1
3083.73	2v	53.91	1u	45.68	1u	78.44	1u	2386.59	1	45.51	4v
30.55	4	2684.88	1r	40.08	1u	72.11	1u	60.66	1u	37.54	2v
2932.60	1u	78.51	1	28.57	1	21.24	1u	49.86	1	15.81	2
2780.16	1u	66.10	2u	18.78	1u	19.25	2u	47.65	1	2280.40	1

Weiter führt Fowler [226] in seinem Buche einige Messungen von Serienlinien durch Saunders an, die ihm dieser mitteilte. Auch diese Messungen sind in die Tabelle aufgenommen. Im Ultraviolett endlich liegen eine ganze Anzahl von neuen Messungen vor. Saunders [185], Mc Lennan und Edwards [182], Takamine und Nitta [193], Wolff [160], Mc Lennan, Ainslie und Fuller [204], Mc Lennan, Young und Ireton [211] sowie die beiden Bloch [171, 214] haben hier bis etwa λ 1415 abwärts gemessen.

In der folgenden Tabelle sind alle diese Messungen zusammengestellt, unterhalb λ 8000 ist alles auf I. A. reduziert.

Die neuen Messungen hören bei λ 4800 sämtlich auf, und von da an sind die Mittelwerte der bisherigen Messungen für Bogen und Funken aufgeführt. Die vorliegenden Messungen sind recht dürftig. Für den Bogen ist nur die alte Messung von Kayser und Runge [1891] und von Exner und Haschek vorhanden, für den Funken von Eder und Valenta und Exner und Haschek. Dabei sind Eder und Valentas Linien mit der Intensität 1 fortgelassen, sowie die mit der Intensität 2, falls sie allein diese Linien führen. Doch sind zum Bogen die wenigen Linien, die Huppers [158] bei längeren Wellen gibt, hinzugenommen. Da die Cd-Linien vielfach sehr unscharf sind, so wird in vielen Fällen der Mittelwert kaum auf 0.1 Å genau sein. Von 2329 an sind dann die neuen Messungen von Eder [157] und die letzten Wellenlängen von Huppers [158] angeführt. Bei λ 2200 endigen die Mittelwerte, und es kommen nun die kurzwelligen modernen Messungen. Wie Hale in [227] mitteilt, hat King die Wellenlängen des Cd-Spektrums im elektrischen Ofen neu bestimmt. Die Messung ist indes bis jetzt noch nicht bekannt gegeben.

	Paschen	Volk I. A. (170) Walters [124, 129, 140]	Exner u. Haaschek Hogen [134]	Eder u. Valenta Funke [134]	Exner u. Haaschek Funke [134]	Wied- mann [151]	
4P-5P	39088	9 ± 8					C
3d ₁ -4/p	16442	2	272	6			TH
3d ₂ -4/p	4183	8	182	6			TH
3d ₃ -4/p	401	5	278	2			TH
3D-4/p	15713	5	112	7			C
	258	0	—				
2.5S-3P	154	78	455	14			C
3p ₁ -4d ₁	14853	9	4930	2			C
1.5s-3p ₂	474	62	255	8			TH, C
3p ₂ -4d ₂	353	45	—				C
1.5s-3p ₂	327	90	747	21			TH, C
1.5s-3p ₁	13979	22	878	28			TH
3d ₁ -5/p	11030	8	—				TH
3D-5/p	208	4	—				C
2P-2.5S	10195	17	458	70			— EIN, C
2.5S-4P	8202	—	(X) 07	1u		2	5
1.5s-4p ₂	7399	2	5				
	96	—	103.07	1u		3	4
1.5s-4p ₂	85	3	10	82.82	2u		
	82	—	—				
1.5s-4p ₁	46	—	46.01	1u			
1.5s-4P	7182	26	3	—			
2.5S-5P	6778	10	3	77.66	2u		
	27	—	—	7.64	5		
	6168	—	—	8.48	10	8.48	10
	65	—	—	6.48	11	4.6	1u
2P-3D	88	—	38.47	10	8.49	100	8.50
2P-3d ₂	6829	97	3	29.91	5	—	89
2P-3d ₂	25	—	25.05	7u	—	—	89
2.5S-6P	6198	26	2	—	—	—	89
	65	—	65.28	3u	—	—	89
1.5s-5p ₂	28	68	2	—	—	—	89
1.5s-5p ₂	16	19	4	16.10	1u	—	—
1.5s-5p ₁	11	52	6	12.05	2u	—	—
1.5s-5P	6099	18	3	90.19	3u	—	—
2.5S-7P	81	37	3	—	—	—	—
	5895	8	1	—	—	—	—

1) Messung von Paschen (133).

2) Nicht eingeordnet.

3) Diese Linie mißt Ignatieff (169) interferometrisch zu 10394.64 ± 0.02 .

4) Wahrscheinlich sind hier nicht zwei Linien, sondern nur eine mit schlechten Messungen. In [180] mißt Paschen 7393. Dasselbe gilt wahrscheinlich von folgenden Linien, wo Paschen 7385, Wiedmann 7382 hat.

5) Von hier ab sind die Angaben auf I. A. umgerechnet.

6) Diese Linie ist die rote Cadmiumlinie, die als Fundamentallinie für alle spektroskopischen Messungen adoptiert ist. Ihre Wellenlänge beträgt nach den Messungen von Benoit, Fabry und Perot gemäß internationaler Übereinkunft für trockene Luft, 15°C und 760 mm Druck: 6488.4696.

a) Walters [228] gibt 10395.22 1u.

	Paschen [124, [129, 140]	Exner u. Haschek Bogen [138]	Eder u. Valenta Funke [131]	Exner u. Haschek Funke [138]	Wied- mann [151]	Mittel Bogen Funke	Saun- ders [226]
	5784	02 2	—	—	8.89 2		
	62	—	—	2.5 1u	—		
	5761	—	—	1.56 1	—		
	30	—	—	6.7 1u	—		
1-8P	16	—	—	—	6.— 1		C
	5673	—	—	3.9 1u	—		
	37	20 5	—	—	7.26 5		
1-6p ₁	06	85 1	—	—	6.87 1		TH
1-6p ₂	04	68 2	—	—	4.77 2		TH
1-6p ₃	5504	77 3	—	—	8.89 3		TH
1-9P	98	—	—	—	8.06 0		C
1-6P	68	—	—	—	8.— 1		C
	5307	—	—	7.4 50u	—		
	5378	22 3	8.96 10	8.8 3u	8.14 3		
1-6p	30	50 2	8.55 10	8.2 2u	9.52 2		TH
	37	43 3	—	—	7.43 3		
1-7P	24	—	—	—	4.— 1		C
1-2.5u	5297	05 3	—	—	7.74 3		C
	5182	—	—	—	2.— 1		
1-3.5u	54	4.8 1u	4.73 2	—	—		EIN
1-1.5u	5085	5.92 100r	5.88 6	5.92 50r	—		1) TIIN TH
2-1.5u	4800	9.96 100r	9.92 7	0.17 100	—		2) TIIN
3-1.5u	4078	8.10 50	8.16 6	8.24 50	—		3) TIIN
P-4D	62	2.6 5r	—	2.67 2r	—		3) EIN
	15	5.75	—	—	—		4)
P-4d ₁	15	5.80	—	—	—		C
P-4d ₂	14	4.17	—	—	—		C
	4511	1.84	—	—	—		
	4415	5.66	5.69 1	5.65 6	5.72 20		
1-2.5u	13	8.06	8.04 3	8.08 2	8.04 2		C
P-4.5u	4307	7.0 2r	—	7.0 1u	—		EIN
	4298	—	—	—	3.7 2		
	72	—	—	—	2.7 3		
	71	—	—	—	1.0 3		
	45	—	—	—	5.6 4		
	16	—	—	—	6.9 6		
	4191	—	—	—	1.6 4		
	58	—	—	—	8.0 3		
	41	—	—	—	1.9 4		
P-5D	40	—	—	—	—	0.5	EIN
	27	—	—	—	7.0 4		
	16	—	—	—	6.6 3		

1) Meggers und Burns [225] finden für diese Linie als Mittelwert interferometrischer Messungen 5085.8280 ± 0.0005 , während Michelson [51] 1895 gefunden hatte: 5085.8219 (umgerechnet).

2) Eversheim [134] mißt diese Linien interferometrisch 4799.922 und 4678.163; Meggers und Burns [225] erhalten aus besonders sorgfältigen Messungen 4799.9189 und 4678.1504.

3) Meggers und Bruns [225] finden interferometrisch 4682.3525.

4) Nicht eingeordnet.

		Mittel		Saunders 226	Meggers u. Hurne 225	
		Bogen	Funk			
2P-5d ₃	4114	—	4.6 3			
	4094	—	4.8 4			
	4092	—	2.3 3			
	57	—	7.5 6			
	48	—	8.9 3			
	44	—	4.5 3			
	84	—	4.9 3			
	3998	—	3.9 3			
	91	—	1.8 3			
	88	—	8.2 4			
2P-5.5S	84	—	4.6 2			
	81	77 2r	—			EIN
	77	—	7.8 5			
	76	—	6.6 5			
	58	—	8.3 5			
	50	—	0.8 3			
	40	—	0.8 5			
2P-6D	35	—	5.5 3			
	19	—	9.4 3			
	05	—	—	51		EIN
2P-7.5S	3852	—	2.1 4			
	18	—	—	86		EIN
	08	—	8.0 8			
2p ₁ -8p ₁	3729	08 4r	—			C
2P-7.5S	23	2	—	82		EIN
2p ₁ -8D	3649	59 2r	—			C
2p ₁ -8d ₁	14	45 7	4.4 7			TIN
2p ₁ -8d ₂	12	92 8R	2.8 9		2.874H	TIN
2p ₁ -8d ₁	10	54 10R	0.4 10R		0.006H	TIN
2p ₁ -8p ₁	3595	49 1r	—			C
2p ₁ -8D	35	—	5.67 5			
	00	9.99 4r	0.0 3			C
	3498	—	3.89 4			
2p ₂ -8d ₃	81	—	1.71 4			
	67	68 8R	7.62 11		7.6569	TIN
	66	20 10R	8.20 8R		8.2010	TIN
	59	—	9.96 3			
2p ₂ -8d ₂	12	—	2.4H 4			
	08	68 10R	3.61 10		3.6539	TIN
	3385	—	5.5 3			
	3298	97 4	8.97 4R			
2p ₂ -8d ₁	85	—	5.96 2			
	88	—	3.82 4			
	78	—	3.96 2			
	69	—	9.76 3			
	64	—	4.5 3u			
	61	05 10R	1.06 7			C
1.5S-2p ₂	52	50 8r	2.6 6u		2.524H	TIN

1) Nach Fowler [226].

2) Bogen nach Fowler [226].

3) Klein mißt 3261.058.

		Mittel		Meggers u. Burns [225]	
		Bogen	Funke		
	3250	—	0.29 8		
	48	—	8.32 2		
	47	—	7.57 3		
	41	—	1.66 3		
	36	—	6.07 2u		
	24	—	4.21 3		
	21	—	1.53 2		1)
	17	—	7.76 3		
	15	—	5.95 4u		
	10	—	0.2 3u		
	01	—	1.8 3U		
	3197	—	7.8 3u		
	85	—	5.53 5		
	82	—	2.91 3u		
	78	—	3.56 3		
	61	—	1.8 4U		
	57	—	7.07 4		
	41	—	1.61 3		
2p ₁ -2.5s	33	26 2r	3.3 5r	3.167	TiIN
	29	—	9.23 5u		
	24	—	4.89 3		
	21	—	1.8 4u		
	18	—	8.9 4u		
	12	—	2.03 3		
	3036	—	5.50 5r		
	92	—	2.3 2		
	89	—	0.13 2		
	88	—	8.42 2		
	84	—	4.02 4r		
2p ₁ -3.58	82	—	2.7 2U		C
2p ₁ -2.5s	80	96 8r	0.9 3r	0.8277	TiIN
	77	—	7.2 2		
	68	—	8.9 2r		
	65	—	5.0 4		
	63	73	—		1)
	59	—	9.3 4u		
	58	—	3.1 3u		
	48	—	8.8 4u		
	39	55	—		1)
	35	—	5.73 3		
	17	—	7.3 3		
	14	—	4.3 2u		
2p ₁ -4p ₁	06	41 1r	—		C
	2993	—	6.05 3		
	87	—	7.2 3u		
2p ₁ -4d ₃	81	89 1	—		TiN
2p ₁ -4d ₃	81	34 4R	—		TiN
2p ₁ -4d ₁	80	65 8R	0.7 6	0.6216	TiN
2p ₁ -4d/p	81	43 4v	—		C
	48	—	8.14 3u		

1) Auch im Bogen (Huppers).

		Mittel				
		Hogen		Funks		
	2910			08	3u	
$2p_2-4p_2$	08	74	1r			C
$2p_2-3p_1$	08	13	1U			C
	2883			3.71	3	
$2p_2-4d_2$	81	24	4R	1.1	3U	TIN
$2p_2-4d_2$	80	78	4R	0.74	0	TIN
$2p_1-3.5s$	68	27	6r	8.3	3r	TIN
$2p_2-4/p$	62	26	4v	1.9	2	C
$2p_2-4d_2$	30	92	4R	7.0	6U	TIN
	33	—		3.06	3	
$2p_2-4/p$	18	7	2v			C
	02	—		2.0	3	
$2p_2-3.5s$	2775	04	6r	5.0	3u	TIN
	67	—		7.0	2	
$2p_1-5d_2$	64	11	2R	—		TIN
$2p_1-5d_1$	63	89	6R	4.0	3U	TIN
$2p_1-5/p$	56	68	2			C
$2p_1-2.5s$	48	60	2r	8.6	10	PHN
$2p_2-3.5s$	33	85	4r	4.0	2u	TIN
$2p_1-4.5s$	12	57	6r	2.8	1u	TIN
	07	—		7.04	2	
$2p_2-5d_2$	2677	60	4d	7.7	3u	TIN
$2p_2-6/p$	70	68	2	0.9	2	C
$2p_1-6d_2$	60	40	4r			TIN
	57	00	2r			
	54	55	1U	—		
$2p_2-5d_2$	39	50	6R	9.5	1u	TIN
$2p_1-5.5s$	32	23	2r	—		TIN, C?
$2p_2-4.5s$	29	06	4r			TIN
	18	—		8.8	2	
$2p_1-7d_2$	02	18	2U	—		1) TIN
$2p_2-4.5s$	2592	1	2r	—		TIN
$2p_1-6.5s$	35	07		—		1) TIN
	32	7	1u	—		
$2p_2-6d_2$	30	2	2U	—		TIN
$2p_1-2.5s$	73	03	4	3.06	10	PHN
$2p_1-8d_2$	65	33	2u			1) TIN
	59	—		9.3	3u	
	58	—		8.0	3	
$2p_1-7.5s$	54	51	1			1) TIN
$2p_2-5.5s$	53	59	4r			TIN
	52	26	2	2.2	2U	
$2p_2-6d_2$	44	73	2U			TIN
$2p_1-9d_2$	41	64	1			1) TIN
$2p_1-8.5s$	33	91	1			1) TIN
$2p_2-7d_2$	26	45	1u			TIN
$2p_1-10d_2$	24	69	1			1) TIN

1) Nach Fowler (226).

2) Huppers 84.85.

	Mittel		Eder Funke [157]	Saun- ders [185]	Huppers Bogen [158]	
	Bogen	Funke				
	2521	6 1U	—	—	—	TIN
2p ₃ -5.5s	18	70	—	—	—	1) 2) TIIN
2p ₁ -11d ₃	12	37	—	—	—	
2p ₁ -6.5s	08	91	—	—	—	1) TIIN
	07	8 1U	—	—	—	
2p ₁ -12d ₃	02	99	2.2 1	—	—	1) TIN
	2499	—	9.85 2u	—	—	
2p ₁ -13d ₁	05	88	5.5 1u	—	—	1) TIN
2p ₃ -7d ₃	91	16	—	—	—	1) TIN
2p ₁ -14d ₃	90	23	—	—	—	1) TIN
	87	—	7.96 3	—	—	
2p ₂ -7.5s	80	28	—	—	—	1) TIN
	78	—	58 3	—	8.44 u	2)
2p ₂ -6.5s	75	25	—	—	—	1) TIIN
	74	06 1U	—	—	—	
	69	—	9.76 4	—	—	
2p ₂ -9d ₃	68	—	—	8.25	—	1) TIN
2p ₂ -8.5s	60	—	—	0.72	—	1) TIIN
2p ₂ -8d ₃	57	—	—	7.87	—	1) TIN
2p ₂ -10d ₃	52	—	—	2.22	—	1) TIN
	45	—	5.6 3u	—	—	
2p ₂ -11d ₃	40	—	—	0.51	—	TINS
2p ₁ 9d ₃	35	—	—	5.58	—	1) TIN
2p ₂ -12d ₃	31	—	—	1.73	—	1) TIN
	26	—	6.5 1	—	—	
2p ₂ -13d ₃	25	04	—	0.04	—	1) TIN
2p ₁ 10d ₃	19	—	—	9.90	—	TIN
	18	—	8.72 2	—	—	
	2376	—	6.84 2	—	—	
	29	37 8R	9.3 7	0.24 5	9.27 10	
a	21	15 1	1.17 7	1.13 8u	—	4) a
	12	88 4	2.8 10R	2.87 10	2.90 3	
	06	68 4R	6.64 3	6.68 2	6.61 5	
1.5S-2P	2288	08 10R	8.08 10R	8.08 10R	8.08 20R	1) 1) EH
	67	47 4R	7.45 2	7.39 2	7.48 5	
1.5S-2P ₂	65	04 4R	5.00 10R	4.98 10R	5.61 9	5) PH
	62	29 1	—	—	—	?
	48	—	—	8.95 1u	—	
	39	86 6R	9.86 3	9.86 2	0.58 1	9.86 5
	24	—	4.4 1	4.41 1	—	
	09	—	—	—	—	

1) Nach Fowler [226] von Saunders gemessen.

2) Huppers 18.78.

3) Von hier ab führen Eder sowohl wie Huppers noch eine Anzahl schwacher Linien, die hier weggelassen sind.

4) Nicht eingeordnetes Paar $\lambda = 2482.8$ mit a bezeichnet.

5) Verstärkte Linie.

6) Klein [165] mißt im Bogen 2288.02, im Funken 2288.04.

7) Stärkste Linie im Ultraviolett.

8) Klein [165] mißt im Funken 2265.08.

	Mittel	Eder Funko	Eder u. Valenta Funko	Sauer	Huppers Bogen	L. u. E. Bloch u. Edwards	Wolf u. Nitta	Takamine	McLennan	McLennan Young, Iretton Funke	L. u. E. Bloch	PH
	Bogen	Funko	[157]	[185]	[158]	[171]	[160]	[189] ¹⁾	[204]	[211]	[214]	
2204	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
03	—	3.4 1	3.57 1	—	—	—	—	—	—	—	—	
2194	61 1	4.64 4R	4.60 4	5.30 9	—	—	—	—	—	—	—	
87	—	—	7.78 1	—	—	—	—	—	—	—	—	
70	04 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
68	—	—	8.77 1	—	—	—	—	—	—	—	—	
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
44	39 4R	4.41 6R	4.35 9	—	4.39 4R	—	—	—	—	—	—	
11	—	1.6 2	1.54 2	2.18 2	—	—	—	—	—	—	—	
00	—	0.3 3a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2036	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
07	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1966	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
89	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

PH

4R

2

3a

3

3a

6R

2

2

3a

3

	Saunders	Wolf & vac.	Mc Lennan	Mc Lennan, Young, Ireton Finke	L. n. E. Bloch	
	[185]	[180]	[204]	[211]	[214]	
1808	—		8.0 3	8.4 1	8.2 1	
01	—				1.3 1	
1798	3.06 1			3.2 6	3.3 3	
89	9.04 0		0.5 4	9.1 4	9.0 3	
81	—			1.0 2	1.1 2	
78	2.89 2		3.0	2.3 2	3.1 3	
68	8.54 0			9.0 4	8.8 3	
63	—				3.6 1	
55	—				5.2 1	
47	7.77 2		5.5 2	7.9 10	7.7 5	
39	—		—	—	9.6 1	
36	—		—	—	6.1 1	
28	—		8.0 4	8.8 5	—	
21	1.78 0		—	—	1.7 3	
11	—	10.51 3	1.0 3	—	—	C
07	7.04? 0	—	6.5 2	7.1 8	7.2 4	
04	—	—	4.0 2	—	—	
02	—				2.5 1	
1699	—				9.3 1	
87	—	8.58 2	—	—	7.0 1	
82	—	2.12 1	—	—	—	C
78	—	—	—	8.3 1	8.6 3	
71	—	—	—	—	7.2 2	
1.5S-3P	—	9.29 10	8.5 10	—	—	EH
69	—	—	—	—	7.2 1	
61	—	—	—	—	1.2 1	
56	—	—	6.5 1	5.7 1	6.1 3	
52	—	—	—	1.8 1	2.3 3	
48	—	7.78 2	7.5 2	—	8.6 2	
28	—	—	—	8.6 1	8.8 3	
25	—	—	—	—	5.5 2	
23	—	—	—	—	3.2 2	
21	—	—	—	—	1.4 1	
19	—	—	—	—	9.6 1	
12	—	—	—	—	2.8 1	
09	—	—	—	—	9.3 1	
06	—	—	—	5.8 1	6.6 3	
01	—	—	—	1.5 1	1.5 4	
00	—	—	—	—	0.8 1	
1699	—	—	—	—	9.5 1	
98	—	—	—	—	8.6 2	
97	—	—	—	—	7.3 1	
94	—	—	—	—	4.8 1	
82	—	—	—	—	2.5 3	
78	—	—	—	—	8.4 1	
75	—	—	—	—	5.0 1	
73	—	—	—	—	3.1 3	
71	—	1.4 1	—	—	1.3 1	
70	—	—	—	—	0.3 3	
69	—	—	—	8.3 1	9.1 3	

	Wolff				Wolff			
	λ vac.	Mc Lennan	Mc Lennan, Young, Ireton	L. u. E. Bloch	λ vac.	L. u. E. Bloch		
	[160]	[182]	[211]	[214]	[160]	[214]		
1566	—	—	—	2 2	1495	—	4 1	
60	—	—	9 1	8 3	91	—	1 2	
57	—	—	—	6 1	86	—	2 1	
56	—	—	—	6 2	82	—	4 2	
55	—	—	—	4 1	78	—	9 1	
52	—	—	—	2 2	77	—	7 1	
47	—	—	—	3 2	75	—	7 1	
45	—	—	—	9 1	71	—	6 2	
42	—	—	—	1 1	70	—	8 1	
40	—	—	—	6 1	1.5S-5P	69 89 6	4 1	EH
S-4p ₂	38 7.83 1	—	—	6 1	68	—	5 3	
34	—	—	—	0 1	66	—	5 2	
32	—	—	—	2 2	56	—	0 2	
29	—	—	—	3 2	58	—	0 2	
28	—	—	—	4 3	47	—	8 2	
S-4P	26 85 8 5 1	—	—	2 2	46	—	0 2	
25	—	—	—	0 1	43	—	1 1	
23	—	—	—	5 2	41	—	6 1	
15	—	—	—	8 1	1.5S-6P	40 18 8	3 1	EH
13	—	—	—	6 1	39	—	5 1	
12	—	—	—	7 4	27	—	4 1	
10	—	—	—	7 2	25	—	3 1	
08	—	—	—	8 1	1.5S-7P	23 29 1	—	EH
06	—	—	—	0 2	20	—	4 2	
02	—	—	—	4 2	18	—	5 2	
01	—	—	—	2 3	15	—	9 1	

Röntgengebiet. X. E.

L.	Friman		K	Lohde	
	[187, 188]	[215, 216]		[174, 184]	1)
α_2	8959	8956.88	α_2	545	548.37
α_1	49	47.82	α_1	538	533.05
α_3	—	88	β_1	470	474.14
β_1	8783	8780.08	β_2	—	464.7
β_4	8676	8674.25			
β_3	89	86.42			
β_2	8514	8507			
γ_1	8381	8328.00			

Oellers [152] photographiert den Bogen mit Prismenkamera; dann zeigt sich in jeder Linie das Bild des Bogens, der sie hervorgebracht hat. Im allgemeinen sieht man von jeder Elektrode eine Flamme schräg ausgehen, die sich etwa in der Mitte treffen und verstärken. Im ganzen ist das Bild

1) Anm. bei Korrektur: Nach M. Siegbahn, Jahrb. Radioact. 18 p. 276 (1922).

Terme.

A. Tripletsystem.

2p ₁	40711.5	3p ₁	13908	4p ₁	7446	5p ₁	4664	6p ₁	3199	7p ₁	2332		
2p ₂	40882.6	3p ₂	14077	4p ₂	7618	5p ₂	4697	6p ₂	3217				
2p ₃	42424.5	3p ₃	14148	4p ₃	7643	5p ₃	4709	6p ₃	3224				
1s ₁	21055	2s ₁	9976	3s ₁	5857	4s ₁	3857	5s ₁	2733	6s ₁	2038	7s ₁	1577
												8s ₁	1257
3d ₅	13052	4d ₅	7185	5d ₅	4550	6d ₅	3139	7d ₅	2295	10d ₅	1114	13d ₅	638.1
3d ₃	13041	4d ₃	7180	5d ₃	4546	6d ₃	3139	8d ₃	1761	11d ₃	920	14d ₃	566.7
3d ₁	15023	4d ₁	7171	5d ₁	4541	6d ₁	3135	9d ₁	1379	12d ₁	772		
4s ₁	6957	5s ₁	4445										

B. Doublet-System.

2 3/4	93607		
2 3/4	93090		
1 5/8	140226	2 5/8	57236

C. System einfacher Linien.

2P	28647	3P	13833	4P	7045	5P	4183	6P	3103	7P	2276		
1s ₁	72639	2s ₁	19229	3s ₁	9452	4s ₁	5634	6s ₁	3739	7s ₁	2656	8s ₁	1996
3D	13319	4D	7406	5D	4701	6D	3246						

am positiven Pol etwas stärker; doch sind die Unterschiede gering. Auch Oellers erhält einige neue Linien, die ich wegen der ungenauen Messung nicht anführe. Die Arbeit wird für den kurzwelligen Teil von Koernemann [155] fortgesetzt; er erhält das gleiche Resultat.

Wendt [144] macht die Bemerkung, daß Funken zwischen mit Cd verunreinigten Zn-Bleichen nur die Linie 2288 und das Paar 2268 und 2144 zeigen, während sonst stärkere Linien fehlen.

Nach Gramont [137] ist die „Restlinie“ des Spektrums, die empfindlichste, 2265 und 2288. Nach Hartley und Moss [152] tritt für das Funkenspektrum zwischen metallischen Elektroden 2748 an die Stelle, während für Lösungen 2288 die Restlinie ist.

Die Untersuchung der Struktur einiger Cd-Linien durch Lunelund [141] und Wali-Mohammad [150] hat die älteren Angaben bestätigt, wie folgende kleine Tabelle zeigt.

	Janicki		Lunelund		Wali Mohammad	
5086	+ 0.076	$\frac{1}{8}$	+ 0.078	2	+ 0.076	2
	0.000	1	0.000	10	0.000	10
	- 0.026?	$\frac{1}{8}$	—	—	- 0.028	1
4800	+ 0.059	$\frac{1}{4}$	+ 0.080	2	+ 0.058	6
	0.000	1	0.000	10	0.000	10
	- 0.034	$\frac{1}{8}$	- 0.034	3	- 0.034	8
	- 0.080	$\frac{1}{8}$	- 0.080	2	- 0.081	6
4678	+ 0.030	$\frac{1}{8}$	+ 0.032	3	+ 0.031	8
	0.000	1	0.000	10	0.000	10
	- 0.056	$\frac{1}{8}$	- 0.056	3	0.056	6

Die Linien 6439, 5154, 4662 sind einfach und scharf.

Auch Takamine [179]¹⁾ kommt fast zu den gleichen Ergebnissen. Er benutzt ein Vakuumrohr mit Glühkathode, Stufengitter gekreuzt mit Interferenzplatte und findet λ 5086, λ 4800, λ 4678 dreifach, λ 6439, λ 5155 und λ 4663 einfach. Die gemessenen Abstände der Satelliten sollen gut mit den oben genannten übereinstimmen.

Koch [161] studiert sorgfältig die Intensitätsverteilung in der roten Cd-Linie 6439. Sie stimmt sehr genau mit der theoretisch berechneten unter der Annahme, daß sie nur vom Dopplereffekt der bewegten Atome bedingt ist. Die Temperatur der benutzten Cd-Vakuumlampe ergibt sich zu 4830°.

Lowry [182] benutzt Stäbe aus Ag und Cd (28–60% Cd) Legierung, gewöhnlichen Bogen, zur Herstellung eines intensiven Cd-Spektrums, da Stäbe aus reinem Cd abschmelzen und stark oxydiert werden. Bei größerer Stromstärke werden Kupferfassungen benutzt, die Stäbe werden sorgfältig zentriert und rotieren in entgegengesetzter Richtung. — Mit der Konstruktion zweck-

1) Im Original nicht zugänglich.

mäßiger Quarz-Cadmiumlampen beschäftigen sich Sand [206] und Bates [206]. Ersterer hatte die Konstruktion und Füllung einer solchen Lampe beschrieben [181¹⁾]. Bates stellt eine Legierung mit 2-3% Gallium her und füllt damit ein Quarzrohr. Neben einem sehr hellen Cd-Spektrum erscheint ein Teil der Galliumlinien (λ 3020,6, λ 4083,2, λ 4172,2, λ 686,9, λ 6413,0).

Strutt [166, 173] findet in Cadmiumdampf ein ähnliches Nachleuchten, wie es an Quecksilberdampf so vielfach untersucht worden ist.

Joye [135] erzeugt in verschiedenen Gasen Funken mit verschiedenen Selbstinduktionen und Kapazitäten im Schwingungskreis, erklärt das verschiedene Verhalten der Linien aus dem Energieverbrauch in jedem Falle. Der Einfluß der Atmosphäre wird auf den Einfluß auf die maximale Stromintensität zurückgeführt. Einzelheiten für das Verhalten der Linien, für welche auch die früheren Arbeiten von Hemanlech [78], Berndt [90] und Néculida [117] heranzuziehen sind, sehe man im Original. — de Gramont und Hemanlech [219] führen das Auftreten der Funkenlinien des Cd auf elektrische Felder zurück. Diese Beobachtungen gehören wohl in den Zusammenhang der Messungen über Ionisierungsspannungen. Man vgl. weiter unten.

Williams [176] untersucht, ähnlich wie Joye [135] das Funkenspektrum. Er benutzt Lösungen von Cadmiumchlorid. Im Bereiche 5000 bis 2100 teilt er die Cadmiumlinien je nach ihrem Verhalten bei Variation der Selbstinduktion und Kapazität im Schwingungskreis in 5 Klassen ein und vergleicht ihr Verhalten im Hinblick auf die Zugehörigkeit zu Serien.

Eine ganze Reihe von Arbeiten behandelt Cd im Vakuum. Pospisilow [127] stellt Geißleröhren her, deren Elektroden aus Cd bestehen, und erhitzt sie in elektrischen Ofen. Elektrische Entladungen lassen im Glimmlicht und in der positiven Säule eine ganze Anzahl Linien erscheinen, wozu im Glimmlicht allein die Linie 4415, in der positiven Säule aber zwei Banden bei etwa 450 und 480 kommen. In einer kleinen Tabelle wird die Intensität der Linien an den beiden Stellen angegeben.

Mit äußerlich erhitztem Quarzrohr, sowohl mit dem Metall als mit Chlorid mit und ohne Leidner Flasche untersucht auch Pollock [148] das Licht der Kapillare, gibt in einer Liste die Linien nebst ihren Intensitäten. Die Linien 2748, 2573, 2329, 2321, 2306, 2239, welche ohne Flasche schwach oder gar nicht vorhanden sind, werden im kondensierten Funken sehr stark. — Reisman [159] verwendet Gleichstrom und Kalkkathode, und vergleicht die Erscheinungen an beiden Polen, aber nur in einem kleinen Stück des Spektrums von λ 395 bis λ 413. Im allgemeinen zeigt sich das Bogenspektrum, an der Kathode aber auch Linien des Funkenspektrums. Ferner tritt an beiden Polen das Bandenspektrum auf, das in der Mitte etwas schwächer erscheint.

Janicki und Seeliger [172] bringen in ähnlicher Art wie Reisman das Metall zum Verdampfen. Sie finden das Spektrum des negativen Glimm

1) Proc. Phys. Soc. 28 p. 94 (1916)*.

lichtes fast identisch mit dem des gewöhnlichen Funkenspektrums, das der positiven Säule gleich dem Bogenspektrum. So fehlen in letzterem die Funkenlinien, z. B. 5379, 5338, 4415, 3535, während die reinen Bogenlinien z. B. 5154, 4413, stärker sind als im Glimmlicht. Die Banden sehen sie auch in beiden Fällen, aber stärker in der positiven Säule.

Kowalski [168] empfiehlt die Ringentladung; Hagenbach [192, 202] führt den Versuch aus, wie schon oben bemerkt. — Carter und King [201] setzen das Metall im Vakuum konzentrierten Kathodenstrahlen aus, photographieren das Spektrum und geben, wie die Vorgänger, eine Liste mit Intensitäten. Besonders stark treten einige enhanced lines auf: 3250, 4415, 3535, gegen den Bogen sehr verstärkt ist auch 3261.

Collie und Watson [197] bemerken, daß in einem Geißlerrohr mit Cd-Kathode einige Metalllinien sichtbar sind, wenn die Füllung aus seltenen Gasen besteht, namentlich He und Ne. — Sawtelle [184] gelingt es, durch rotierenden Spiegel in einem oszillierenden Funken die Teilentladungen so auseinander zu ziehen, daß er ihre Spektren einzeln photographieren kann. Es wird kurz das Verhalten von vier Cd-Linien angegeben. — Baxandall [186] nennt 4415 als enhanced line. — Carter [222] photographiert den Vakuumfunken mit Konkavgitter zwischen λ 3800 und λ 6600. Sie findet Spektren, die in ihrem Charakter zwischen dem Bogen und dem Funken stehen.

Zu den Angaben über das Flammenspektrum des Cd wäre nachzutragen, daß Meunier [142] als einzige Linie 5378 findet, während McLennan [186] in der Bunsenflamme nur 3260 erhält.

Bei Paschen [140] findet man magnetische Beobachtungen für die Linien λ 2288, λ 3261, λ 4413, λ 2306, λ 2313, λ 3250 und λ 4415, λ 3585, λ 3247, λ 2748, λ 2573, λ 2321, λ 2194, λ 2265, λ 2144.

Wali Mohammad [150] untersucht den Zeemaneffekt für die Linien 6439, 5086, 4800 und 4678 und ihre Trabanten. — Wiechorn [162] untersucht an einer Quarz-Amalgamlampe die Polarisation der Cd-Linien λ 5086, λ 4800 und λ 4678 in Abhängigkeit von der Feldstärke.

Paschen und Back [221] messen die Verzerrung und Umwandlung des Triplets $2p_1-3d_1$ im Magnetfeld.

Auch die Absorption durch Cd-Dampf ist mehrfach untersucht worden, zuerst sind Wood und Guthrie [130] zu nennen. Sie lassen, wie schon kurz in Bd. V erwähnt, die Strahlung eines Cd-Funkens durch eine Quarzkugel gehen, in welcher durch allmählich gesteigerte Temperatur die Dichte des Cd-Dampfes vermehrt wird. Zuerst sieht man in der Mitte der Linie 2288 eine feine dunkle Linie entstehen, die sich ausdehnt, die helle Linie ganz überdeckt und schließlich etwa 200 Å breit wird. Wenn dieser Zustand erreicht ist, beginnt auch an der Linie 3261 eine Wirkung: sie wird weniger hell, verschwindet, an ihrer Stelle tritt eine dunkle Linie auf, die aber nie sehr breit wird. Während die Verbreiterung der Absorptionslinie 2288 nach beiden Seiten gleich stark ist, wenn der Cd-Dampf ganz rein ist, wird sie

einseitig, nach längeren Wellen, wenn etwas Quecksilberdampf zugegen ist. Der Grund ist nicht aufgeklärt.

Auch McLennan und Edwards [182] finden nur die Absorptionslinie bei 2288 und 3261. Ganz anders sind dagegen die Resultate von Dobbie und Fox [207]. Sie benutzen ein Quarzrohr von 100 mm Länge, in welchem metallisches Cd erhitzt wird; als Lichtquelle dient ein Nernstbrenner, dessen Licht bekanntlich nicht unter etwa λ 3000 reicht. - Sie finden: 1. Ein sehr scharfes Absorptionsband bei 3793, welches bei 600° auftrat. 2. Ein scharfes Band bei 3261, das bei 600° erscheint, sich dann verbreitert, aber nur nach kurzen Wellenlängen. 3. Ein unscharfes Band bei 3188, von 600° an; 4. Zwei scharfe Bänder bei 3654 und 3699 von 1200° an; 5. Band bei 3061 von 1000° an und 6. Band bei 3382, das von 1100° an sichtbar ist. -- Die meisten dieser Absorptionsbänder sind in Emission nicht bekannt.

Ebenso unerklärt sind die Angaben von Evans [183]. Er benutzt Dämpfe vom Chlorid, Jodid, Bromid, findet Absorptionsbänder bei 3261, 3171, 3161, 3152. Reiner Cd-Dampf gab dieselben Bänder, außerdem eines bei 3142. Da die Bänder stärker wurden bei Zufügung von Wasserstoff, meint er, sie gehörten zu einer Verbindung Cd + H.

Van der Lingen [223] läßt Licht von einem Cd-Funken auf eine kleine evakuierte Quarzkugel fallen, die etwas Cd-Metall enthält und photographiert das Absorptionsspektrum mittels eines Quarzspektrographen. Bei 80° C tritt die Absorptionslinie λ 2288 auf. Mit wachsender Dampfdichte entsteht eine zu dieser Linie symmetrische Bande. Wenn diese Bande bis 2307 reicht, so erscheint auch die zweite Absorptionslinie bei λ 3260. Bei 240° beginnt ferner eine Fluoreszenzbande aufzutreten, die bei λ 2288 scharf begrenzt und nach längeren Wellen bis λ 3005 abgeschwächt ist. Sie ist in Linien aufgelöst.

Endlich sei auf die Messung der Absorption in kathodisch zerstäubtem Cd durch Bracchetti [220] hingewiesen. Die Niederschläge sind graublau in der Aufsicht und reflektieren stark kurzwelliges Licht.

Die Seriensysteme im Spektrum des Cd sind mehr reich entwickelt. Neben einem System von Tripletserien existiert ein System von einfachen Linien, außerdem eine große Zahl von Kombinationslinien, sowohl der Terme dieser beiden Systeme einzeln wie untereinander. Mit dem wesentlich unvollkommener bekannten System von Paarserien, das vermutlich dem ionisierten Cadmium zuzuschreiben ist, gehen die beiden anderen Systeme keine Kombinationen ein.

Nachdem zuerst Kayser, Runge und Rydberg die Nebenserien des Tripletsystems gefunden und analysiert hatten (siehe Bd. V) gab Paschen die Hauptserie, die Bergmannserie und viele Kombinationen [183, 1). Saunders fand die Nebenserien des Systems einfacher Linien, dessen Aufklärung weit durch Paschen [156, 143], Saunders [185], Wolff [160] geliefert wurde

1) Vgl. auch 156.

Hierbei wurde eine Reihe weiterer Kombinationslinien gefunden. Die von Wiedmann [151] gemessenen Linien hat Paschen eingeordnet.

Eine Zusammenstellung und Berechnung der Terme aus der Grenze der zweiten Nebenserie des Tripletsystems findet man bei Dunz [143]. Frommel [212] hat dann die Linien des Cd neu zusammengestellt. In jüngster Zeit gibt Fowler [226] auf Grund einer unveröffentlichten Messung von Saunders eine Neuberechnung und Zusammenstellung der Serienlinien. Diese Zahlen sind für die obige Tabelle gewählt, nur ist die Bezeichnung diejenige von Paschen, mit Ausnahme der Bezifferung der Satelliten der ersten Nebenserie des Tripletsystems, in der dem neueren Gebrauche von Paschen gefolgt ist.

Die Serienformeln sind für Cd mehrfach berechnet worden, nach Mogen-dorff [145], von Johansen [191] und Hicks [146, 163]. Letzterer benutzt die berechneten Konstanten im Zusammenhange seiner Theorie des Einflusses des Atomgewichtes auf die Serienkonstanten. Eine Berechnung der Formeln für die Serien des Paarsystems im Hinblick auf den Verschiebungssatz von Sommerfeld [209] gibt Fues [210]. Unter Benutzung des Termennenners $4N$ findet er nach dem Vorgang von Fowler $1.5 \text{ S} = 150500$, $2.5 \text{ S} = 67500$, $2 \text{ P}_1 = 103880$, $2 \text{ P}_2 = 105350$. Die zweite Nebenserie des Systems einfacher Linien hat danach die Zusammensetzung $2 \text{ P} - 1.5 \text{ S}$.

$m =$	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5
λ	2288	10895	5154	4306	3981	3819	3728
$m\text{S}$	72585	19226	9449.8	5632	3737	2600	1990

Es ist ferner angenähert $1.5 \text{ S} = \frac{1}{2}(1.5 \text{ S})$.

Huppers [158] gibt im Ultraviolett einige Paare mit konstanten Differenzen. — Man vergleiche auch McLennan und Ireton [194].

In der ersten Nebenserie des Tripletsystems treten drei Satelliten auf. Nach privater Mitteilung von Sommerfeld entsprechen die beiden Begleiter der Satelliten ($p_1 d_3$) und ($p_2 d_3$) den Übergängen der inneren Quantenzahlen $2 \rightarrow 2$ und $2 \rightarrow 1$, also die Kombinationen ($p_1 1$) und ($p_2 1$), während ($p_3 1$) fehlt. Daß die „verbotenen Linien“ indes in starken Magnetfeldern doch auftreten, zeigen Paschen und Back [221] u. a. am Beispiel des stärksten Triplets der 1. Nebenserie des Tripletsystems des Cd $2p_1 - 3d_1$. Man findet bei Paschen und Back zugleich Einzelheiten und Messungen über die magnetische Aufspaltung dieses Triplets und die Anwendung der Landéschen Regeln darauf.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen haben Friman [187], Malmer [174, 178] und Hjalmar [213, 216] Messungen ausgeführt, die mit der Siegbahnschen Bezeichnung [188] in der Wellenlängen-Tabelle angeführt sind. Die Absorptionsgrenzen des Cd haben de Broglie [189], Wagner [175], Blake und Duane [190], Siegbahn und Jönsson [199], sowie Duane und Kang Fuh-Hu [198] gemessen. Ihre Zahlen sind Wagner $K_A = 0.468 \text{ AE}$, de Broglie 0.460, Blake und Duane 0.4632, Siegbahn u. J. 0.4629, Duane u. K. 0.4632.

Endlich sind die Anregungs- und Ionisationspotentiale wiederholt gemessen und zu den Seriengrenzen, bzw. ersten Gliedern der Absorptionsserien in Be-

ziehung, gesetzt worden. Die Zahlen von McLennan und Henderson [177], McLennan und Ireton [194], Tate und Foote [195, 196], Mohler, Foote und Meggers [208], sowie Franck [215] sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt.

		Anr. Pot. ber.	Anr. Pot. beob.	Ion. Pot. ber.	Ion. Pot. beob.
1.5S-2p ₂	1 8262	3.78	4 ¹ , 3.88 ¹ , 3.95 ³	9.35	9.3 ¹ ; 9.5 ²
1.5S-3P	1 2289	5.39	5.35; 6 ³		

In diesen Zusammenhang gehören wohl auch die Beobachtungen von Moore [218] über das Verhalten der Cd-Linien in Bogen kleiner Stromstärke.

Bandenspektrum.

Daß Cd ein Bandenspektrum besitzt, war längst bekannt, und in Band V sind eine ganze Reihe ungeführer Angaben für die Kanten gemacht. Bei den neueren Untersuchungen hat sich gezeigt, daß es namentlich im Vakuum gut erscheint, und in den meisten oben erwähnten Untersuchungen der Vakuumerscheinungen ist es gesehen und erwähnt worden. Reismann [159] gibt die beste Photographie die wir davon haben. Die einzige genauere Untersuchung aber liefert Frl. Howson [154], ebenfalls am Vakuumbogen. Auch sie gibt eine Photographie. Es liegen immer zwei Kanten dicht nebeneinander, die Banden verlaufen nach kurzen Wellenlängen. Howson hat vier solcher Kanten und die von ihnen ausgehenden Linienserien gemessen und zum Teil Formeln dafür berechnet. Die Kanten sind: 4509.048, 4491.209; 4813.310, 4299.673.

Aber auf beiden Photographien sieht man, daß sowohl auf der Seite der längeren, als der kürzeren Wellenlängen weitere Banden liegen. Das Spektrum ist also noch immer nur unvollkommen bekannt.

1) [195].

2) [208].

3) [194].

CER ($\lambda_c = 140.25$, $\lambda = 58$).

Literatur.

- [23] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 519—613 (1910).
- [24] F. E. Baxendall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. Solar Physics Committee 1910.
- [25] F. Exner u. E. Haschek. Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig u. Wien bei Deuticke 1911 u. 1912.
- [26] L. F. Laufenberg, Das Bogenspektrum des Cer. Dissert. Bonn 1911. 45 pp.
- [27] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911. 158 Tafeln mit erläuterndem Text.
- [28] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Kongl. Fyslogr. Sällk. Handl. N. F. Nr. 12. 52 pp. (1914).
- [29] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298—310 (1914).
- [29a] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System in Bogenspektren der Elemente von Rot bis Infrarot. Wien. Ber. 123 IIa p. 2289—2311 (1915).
- [30] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Part II. Phil. Mag. (6) 27 p. 703—713 (1914).
- [31] J. Malmer, The high frequency spectra of the elements. Phil. Mag. (6) 28 p. 787 bis 794 (1914). Dissert. Lund 1916.
- [32] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X suivie du Br au Bi. C. R. 163 p. 81—90 (1916).
- [33] E. Friman, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren (L-Reihe) der Elemente. Lund Univ. Årskr. 12 Nr. 9, 1916. Kongl. Fyslogr. Sällk. Handl. N. F. 27 Nr. 9. 49 pp.
- [34] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 22 p. 497—499 (1916).
- [35] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).
- [36] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high frequency X-rays. Phys. Rev. (2) 10 p. 697—706 (1917), ibid. 10 p. 97 bis 100 (1917).
- [37] Ph. Klein, Messungen im kurzwelligen Teil des Cerbogenspektrums. Dissert. Bonn 1917. Zs. f. wiss. Photogr. 18 p. 45—58 (1918).
- [38] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Phys. Rev. (2) 14 p. 516—521 (1919).
- [39] M. Siegbahn und Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 254—256 (1919).
- [40] G. Hertz, Über die Absorptionsgrenzen in der L-Serie. Zs. für Phys. 3 p. 19 bis 25 (1920).
- [41] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 3 p. 262—284 (1920).
- [42] C. C. Kiess, Wave lengths longer than 5500 Å in the arc spectra of Yttrium, Lanthanum and Cerium. Nach Manuskript des Bur. of Stand. Washington (1921).

[43] A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen. C. R. 173 p. 1458–1461 (1921).

[44] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. für Physik 7 p. 341–350 (1921).

[45] D. Coster, Sur la série L du spectre des rayons X. C. R. 174 p. 378–380 (1922).

Seit den Messungen von Bakowski und Exner und Haschek, über die in Bd. V berichtet ist, hat die Kenntnis des Cerspektrums beträchtliche Fortschritte gemacht. Während früher die bekannten Wellenlängen erst mit λ 5000 begannen, liegen jetzt mehrere Messungen vor, von denen die umfangreiche von Kiess [42] bis λ 9000 reicht; Laufenberg [26], mißt im Anschluß an Bakowski im internationalen System zwischen λ 6755 und λ 4966. Er gibt drei Dezimalen. Zwischen λ 5980 und λ 5796 hat er indes zweifellos um ein bis zwei Zehntel A. E. falsch gemessen, vermutlich infolge eines Justierungsfehlers, von dem er auch sonst zu berichten weiß. Wir haben daher seine Zahlen in diesem Bereiche nicht berücksichtigt und im übrigen auf zwei Stellen gekürzt.

Auch Eder [29a] hat im Ultrarot gemessen, Eder und Valenta [23] haben ein großes Stück des sichtbaren Spektrums untersucht und in ihrem Atlas [27] Tafeln des Funken- und Bogenspektrums gegeben, Exner und Haschek haben ihre früheren Messungen ergänzt [25] und endlich hat Klein [37] eine sehr gute Messungsreihe von λ 4550 abwärts geliefert.

Das Spektrum gehört zu den linienreichsten, die wir kennen, zugleich zu den am wenigsten charakteristischen. Es sind über 5000 Linien gemessen, von welchen gewiß 4000 die Intensitätsbeziehung 1 oder 2 besitzen, nur ganz wenige 10 erreichen. Es ist zweifellos, daß Banden auftreten, die aber ebenfalls uncharakteristisch sind; man sieht kaum deutliche Kanten. So ist es wahrscheinlich, daß sich unter den gemessenen Linien auch zahlreiche Bandenlinien befinden.

Bei der ungeheuren Anzahl von Linien ist es unmöglich, in der folgenden Tabelle alle aufzuführen, was auch wenig Zweck zu haben scheint. So habe ich, wie auch in früheren Fällen die schwächsten Linien fortgelassen, und zwar nach folgendem Prinzip: Von Kiess sind zwischen λ 9000 und λ 8000 alle Linien geführt, dann die fortgelassen, die er als schwächer als 1 bezeichnet; dies sind etwa 150. Von Exner und Haschek, wie von Eder und Valenta sind alle mit 1 bezeichneten Linien fortgelassen, die nur einer von ihnen gemessen hat, von Klein, der die Intensitäten unverhältnismäßig hoch schätzt, alle mit 1 und 2 bezeichneten Linien, die nicht von einem andern auch als 2 bezeichnet sind. Von Laufenberg sind alle Linien gegeben, die außer ihm auch von einem anderen Beobachter gemessen worden sind. Auf diesem Wege ist die Tabelle um etwa 1800 Linien gekürzt worden. — In der Tabelle bedeutet bei Kiess ein K hinter der Zahl, daß es sich um eine Kante der Banden handeln kann, ein B, daß es vielleicht Bandenlinie ist. Die Zahlen der verschiedenen Beobachter stimmen relativ schlecht überein, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, daß vielfach Komplexlinien (blends) gemessen wurden.

Kiess Bogen [42]			Kiess Bogen [42]			Kiess Bogen [42]			Eder Bogen [29a]		
9024	68	1	8408	65	1u	8109	09	1			
8998	85	1	05	02	1	8066	97K?	1			
92	36	1	03	67	1	25	57	2	62	2	
70	41	1	8396	20	2	18	94	1u			
27	42	1	87	71	1	02	66	2			
10	98	1	86	22	1	7975	49	2u			
8891	14	1	83	14	1	72	84	2u			
10	77	1	81	02	1	64	50	1			
8782	30	1	76	35	1	53	57	1			
72	08	3	71	90	2	27	53K?	2			
56	26	1	68	55	1	24	04	2u			
16	64	1	63	82	2	13	43	1			
04	25	1	58	05	1	7899	03K?	2			
02	32	1	55	32	2	70	67K?	2			
8677	43	1	52	39	2	74	10	1			
72	45	1	49	19	1	66	05	1			
47	59	2	36	80	1	64	49	1			
36	40	1	32	30	1u	60	54	2			
33	25	1	27	58	1	59	05	2			
13	58	1	22	85	1u	57	50	1			
12	62	2	12	80	1	51	25	2			
8588	87	2ur	10	22	2	50	00	1			
75	56	1	00	58	2	44	92	2			
67	36	1	8299	84	1	42	57	2			
64	56	1	96	03K?	1	35	81	2			
60	60	2	78	02	1	7797	73	2			
48	13	1	76	36	1	80			61	4	
45	40	1	61	03	2	48	35	1			
43	30	1	58	85	1u	32	32	2			
39	04	1	52	52	1	02	85	1			
35	28	1	51	21	1	7089	13	2			
28	88K?	1r	50	58	1	82	47	2			
28	82	1	46	79	1	78	11	1			
16	24	1	45	10	2	70	89	2			
13	70	1u	41	58	1	64			94	1	
11	16	1	39	87	1	46	07	1			
08	57	1u	37	73	1	16	06	1	12	1	
8495	64	3	34	12	3u	7563	52	1			
91	67	1	26	94	1	62	92K?	1r			
88	21	1	23	69	2u, d?	62	47	1			
88	84	1u	20	65	1	51	25K?	1			
75	78	1	15	50	1	27	54	1u, d?			
67	38	2u	8199	09	1	09	75	1			
59	98	1u, d	95	28	1	09	43	1u			
55	97	1	79	81	1u	00	68	1			
46	88	1	75	35	1	7444	46	1			
42	39	1	71	32	2	33	04	1			
41	05	1	65	35	1	24	84K?	1u			
27	24	1	20	32	1	17	98	1v			
26	18	1	16	70	1u	01	21K?	1u			
17	96	2	14	53	1	7397	78	2	79	2	

	Klass	Bogen	Eder
	[42]	[29a]	
7398	42	1	—
90	42	1	—
88	71	1	—
63	11	1	—
62	38	1	—
45	57	1	57 1
48	41	1	45 1
34	69	1	66 2
29	90	2	95 3
18	40	1	48 2
01	40	1	45 2
7288	03 Bd?	1	—
87	13 Bd?	1	—
79	93 Bd?	1	—
77	92 K	1	—
75	57 Bd?	1	—
62	63 Bd?	1	—
57	58 Bd?	1	—
52	72	2	78 4
41	69 K	2	—
38	87	2	39 2
35	70 K	2	—
33	96	1	—
32	95	1	—
31	20	1	—
17	84	2	—
13	95	1	—
10	66	1	—
08	09	1	—
06	28	1	—
03	58	1	60 2
01	86	2	84 1
01	51	1	56 1
7191	70	1	74 1
89	40 K?	1r	—
82	26	1	26 1
77	43	1	—
74	95	1	—
56	96	2	95 1
55	20	1	80 1
51	66	2	72 1/2
50	20	2	21 2
41	71	1	—
41	40	2	57 1/2
32	08	1	05 1
24	—	—	76 1/2
21	30	1d?	—
15	07	1	12 1
14	65	1	—
13	10	1	—
05	01	1	09 2

	Klass	Bogen	Eder
	[42]	[29a]	
7086	31	3	—
68	18	1	—
66	41	1	—
65	68	1	—
64	41	1	—
61	69	3	—
59	91	1	—
58	56	1	—
57	85	1	—
54	41	1	51 1
49	60	1	69 2
40	75	1	83 1
30	96	2	1.02 2
29	90	1	—
28	72	1	—
18	73	1	79 1
17	18	1	09 1/2
14	71	1	72 1/2
13	38	1	—
10	59	1	—
6999	85	2	90 3
91	48	1	60 1/2
85	98	2	6.02 3
83	77	1	80 1
81	24	1ur	—
73	48	2	49 2
72	38	1	—
70	40	1	—
68	70	1	—
66	32	1	—
63	54	1	—
63	08	1	—
60	89	2	—
59	68	1	—
59	11	1	—
57	75	1	—
57	21	1	27 1/2
56	28	1	—
55	28	1	—
54	70	1	—
53	54	1	—
53	18	1	—
49	57	1u	—
48	72	1u	—
46	76	1v	—
44	37	1u	—
43	50	1	—
41	97	1u	—
39	40	2	43 1
34	02	1	—
33	64	1	—

	Klass	Bogen	Eder
	[42]	[29a]	
6933	32	1	—
82	12	1	—
31	31	1	—
28	02	1	03 1/2
27	32	1	36 1/2
24	77	3	82 3
21	14	1	—
19	27	1	31 1
16	27	1	—
14	77	1	—
12	24	1	—
11	35?	1	—
09	31	1	—
07	88	1	86 1
04	56	1r	—
03	51	1	—
03	11	1	—
02	10	1	11 1/2
6939	07	2	07 2
98	48	2	50 2
94	55	2	—
93	64	2	69 1
92	29	1	—
87	71	1	—
86	33	1	—
85	56	1u	52 1/2
80	18	1	—
78	26	1	—
76	97	1	—
75	43	1	—
73	86	1	—
73	41	1	44 1/2
69	56	1	—
68	94	1	—
67	96	1	—
63	06	1	—
57	05	1	—
56	58	2	—
53	61	2	67 1
50	77	1	—
49	21	1	—
47	37	2	21 1
46	78	2	79 1
44	43	1u	46 1/2
39	98	1	98 1/2
34	21	1	24 1
29	75	2	75 1
29	37	1	39 1
26	43	1	—
18	20	1	18 2
15	29	1	—

				Klöss	Eder	Exner u.	Laufen-
				Bogen	Bogen	Haschek	berg
				[42]	[29a]	Bogen	Bogen
						[25]	[26]
11	73	1		72 1/2			
08	89	1		66 3			
07	83	2		85 2			
06	10	1		—			
03	20	1		—			
01	75	1		76 1			
95	46	1		—			
94	68	1		64 1			
93	81	1		89 1			
92	81	1		—			
91	36	1		38 1			
89	90	1		—			
86	—			93 1/2			
80	72	1		—			
80	15	1		—			
78	23	1		28 1			
75	57 Cu?	1		60 2			60 1
74	25	2		27 3		36 1	28 1
70	15	1		—			
69	72	1		76 1			
69	29	1		—			
67	65	1		—			
64	40	1		44 1			
57	12	1		—			
55	08	1		12 1			
50	20	1		—			
49	44	1		49 1			
46	89	1		89 1			
44	70	1		70 1			
35	56	1		—			
33	21	1		22 1			
29	55	2		60 1			
28	69	2		73 1		8 1u	
26	52	1		—			
25	46	1v		—			
22	36	1		33 1			
21	53	1		—			
20	32	2		30 2		4 1u	
16	41	1		—			
13	42	1v		52 1/2			
10	16	1		23 1/2			
08	07	1		10 1			
06	08	2		07 1		1 1u	
04	33	3d		43 3		59 1	55 1
04	—			—		42 1	31 2
00	87	3		68 2		72 1	65 1
396	16	1r		—			
94	35	1		—			
92	59	1		—			
89	71	1		—			

				Klöss	Eder	Exner u.	Laufen-
				Bogen	Bogen	Haschek	berg
				[42]	[29a]	Bogen	Bogen
						[25]	[26]
6687	84	1		—			
86	59	2		63 2			
83	55	1		—			
79	84	2		86 2			
77	32	1		—			
75	53	2		—		57 1	56 1
70	63	1		64 1			
66	57	1		—			
65	94	1		—		8 1u	
65	65	2r		65 3			62 1
62	55	1		—			
61	41	2		42 2			44 2
60	00	1		—			
58	55	1		—			
57	71	1		—			
56	96	1u		—			
55	47	1		—			
54	81	2		—			
54	29	2		32 1			
53	58	1		—			
53	00	1		—			
52	75	3		72 3		77 2	76 2
51	40	1		31 1			
50	87	2		91 1			93 1
47	33	2		41 1			
46	77	1		—			
45	01	1		02 1/2			
43	15	1		22 1/2			
41	13	1		15 1/2			
37	32	1		—			
36	92	1		—			
36	00	2		09 1			
34	73	2		—			
33	32	1		32 1			
28	88	3		90 3		92 2	91 3
27	50	1r		—			
26	50	1		56 1			
26	08	1		05 1/2			
24	39	1		42 1		47 1	
23	72	1		—			
22	93	2		3.00 1			
17	81	1		73 1/2			
16	30	1udv		35 1/2			
15	53	1		—			
14	33	1		—			
13	20	1		—			
12	08	2		—			02 2
11	13	1		—			
09	72	1		—		82 1	
08	31	1u		—			

	Klass Bogen [42]		Eder Bogen [20a]	Exner u. Hasehek Bogen [25]	Laufenberg Bogen [26]
6606	87	2	83 3	96 2	91 3
06	33	2	31 2		34 2
05	37	2	35 1		
04	06	1	—	—	
03	32	1u	—	—	
02	20	1	—	—	
01	57	1	—	—	
00	16	1	—	—	
6599	61	2	61 1	—	66 1
96	90	1	—	—	
98	42	1	—	—	
97	57	1	—	65 1	
97	00	1	—	—	
96	52	1	—	—	
92	32	1	—	—	
91	19	1	—	—	
90	48	1	—	—	
88	63	1u	—	—	
83	45	1u	—	—	
82	79	1	—	—	
80	46	1	—	—	
79	09	2	04 2	2 1u	12 2
77	47	1	50 1	57 1	52 1
75	52	1u	—	—	
74	45	1	—	—	
74	04	1	—	—	
73	65	1	—	—	56 2
70	32	1	80 1	91 1	84 2
68	52	2	—	—	
67	35	1	—	—	
65	71	1	66 1	—	
63	47	2	48 2	53 1	50 2
62	98	1	—	—	
62	12	1	—	—	
60	75	1	75 1	86 1	81 2
59	92	1	—	—	
59	40	1	33 1	—	
55	65	3	62 3	68 1	68 4
51	69	2	67 2	78 1	73 4
49	88	1	—	—	
49	20	1	—	—	
48	58	1	—	—	
46	45	1u	—	—	
44	48 On?	2u	—	—	
43	60	1	—	—	65 1
42	96	1	—	—	
41	67	1ud?	—	—	
40	84	1	—	—	
37	99	1	—	—	
37	43	2v	50 1	58 1	51 2
34	49	2	51 1	—	52 1

	Kiess Bogen		Eder Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[29a]	[25]	[25]	[26]
6532	29	1	—	—	—	—
31	80	1	—	—	—	—
30	70	1r	—	—	—	68 2
30	17	1	—	—	—	—
29	42	1	—	—	—	—
28	76	1	—	—	—	—
27	85	1	—	—	—	—
27	03	1	—	—	—	06 1
26	15	1	—	—	—	—
25	33	1	—	—	—	88 1
22	55	1	—	—	—	—
22	05	1	—	—	—	—
21	51	1	—	—	—	—
19	12	1	12 1	—	—	—
17	28	2	28 2	31 1	—	27 4
13	61	3	60 3	68 2	72 1	61 4
09	01	2	01 1	08 1	—	00 2
07	18	2	16 2	22 2	—	17 3
06	22	1v	—	—	—	—
04	06	1	10 1	—	—	—
03	26	2	31 2	35 2	—	26 3
01	82	1	—	—	—	—
00	42	1	—	—	—	—
6499	56	1	—	64 1	—	49 1
97	92	1	—	—	—	—
96	90	1	—	7.07 1	—	91 1
94	93	2	—	—	—	—
94	59	1	—	—	—	—
90	97	2	96 2	1.02 1	—	96 3
88	68	1	—	—	—	—
88	01	1	—	—	—	—
87	56	1	—	08 1	—	—
85	97	1	94 1	—	—	92 2
82	84	1u	—	—	—	—
81	98p	1	—	—	—	2.00 2
80	75	1v	—	—	—	—
79	33	1	—	—	—	—
78	53	1	—	—	—	—
77	89	1	—	—	—	—
73	67	4	71 3	74 2	7 1u	69 5
73	08	1	—	—	—	11 1
72	54	1	—	—	—	—
71	73	1	—	77 1	—	71 1
70	96	1	—	1.01 1	—	93 1
68	97	2	98 1	9.04 2	—	97 2
68	46	1	—	—	—	—
67	40	3	40 3	44 2	—	40 4
66	86	2	89 3	91 2	91 1	91 4
62	77	1	—	—	—	—
61	86	2	—	—	—	90 2

	Klass Bogen	Exner und Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[12]	[25]	[23]	[25]	[20]
6458	06 3	08 2	05 3	—	04 0
56	84 1	—	—	—	—
54	92 1	89 1	—	—	89 1
53	86 1	—	—	—	—
51	98 1	—	—	—	2.00 1
49	77 1	—	—	—	—
46	16 2	14 1	00 1	—	14 2
45	22 1	—	—	—	—
42	08 1	05 1	—	—	—
41	02 1	—	—	—	02 1
40	45 1	44 1	—	—	—
39	95 1	0.01 1	0.01 1	—	99 2
38	16 1	18 1	—	—	12 1
36	40 2	44 1	44 1	—	41 3
34	38 2	46 1	40 1	—	41 3
33	41 2	48 1	46 1	—	—
31	92 1	—	—	—	—
31	51 1 v	—	—	—	—
30	07 2	10 1	09 2	—	08 3
29	04 1	—	—	—	—
28	53 1	—	—	—	—
25	87 1	—	—	—	87 1
25	30 2	32 2	33 1	34 1	30 3
24	47 1	—	44 1	—	49 1
23	84 1	—	—	—	—
22	91 1	—	—	—	—
16	39 1	—	—	—	—
15	41 1	49 1	—	—	—
12	85 1	90 1	81 1	—	87 2
11	68 1	—	—	—	—
08	66 1	67 1	64 1	—	65 1
00	66 1	—	—	—	—
6399	90 1	—	96 1	—	—
96	26 1	37 1	29 1	—	26 3
95	12 1	—	12 1	—	16 2
93	02 2	08 3	07 2	00 1	05 4
90	66 1	74 1	—	—	—
90	32 1	39 1	—	—	32 2
86	86 3	92 1	84 2	—	87 4
86	16 2	—	24 1	—	—
83	50 1	—	—	—	—
83	18 1	—	—	—	—
80	11 1	—	—	—	—
79	75 1	69 1	—	—	—
79	23 1	26 1	24 1	—	—
74	82 1	—	—	—	—
72	99 1	3.06 1	96 1	—	3.00 2
72	48 1	58 1	47 1	—	51 2
71	10 3	15 5	14 1	18 1	14 5
70	60 1	—	—	—	—

	Kiess Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[12]	[25]	[28]	[25]	[26]
6389	19 2	20 1	18 1	—	21 2
67	79 1	—	—	—	—
66	60 1	—	—	—	—
60	23 2	—	30 1	—	26 2
53	52 1	6 1u	—	—	51 1
52	18 1	—	—	—	—
51	59 1	—	—	—	—
51	27 1	34 1	28 1	—	30 2
49	40 1	44 1	—	—	42 1
48	80 1	79 1	—	—	—
48	28 1	34 1	—	—	—
47	35 1	—	—	—	36 1
46	72 1	79 1	—	—	—
45	82 1	—	—	—	—
44	87 1r	—	—	—	86 1
43	96 3	99 5	96 3	4.01 1	98 6
41	85 1	89 1	—	—	—
40	69 3	7 1u	71 1	—	69 2
39	89 1	91 1	—	—	89 1
34	28 1	36 1	—	—	—
37	22 2	24 1	23 1	—	20 3
36	29 1	—	—	—	—
35	39 3	44 1	40 2	—	34 4
34	83 1	—	—	—	74 1
34	12 1	—	—	—	—
32	00 2	05 1	01 1	—	1.94 3
31	27 1	—	—	—	—
30	92 1	—	—	—	—
30	05 1	—	—	—	10 1 Crp
29	43 2	44 1	43 1	—	41 2
28	89 1v	—	—	—	—
28	16 1	—	—	—	—
27	46 1	—	—	—	—
23	87 1	—	—	—	—
22	87 1	—	—	—	—
22	87 1	—	—	—	—
21	61 1	69 1	—	—	60 1
21	25 2	35 1	31 1	4 1u	24 3
20	82 1	—	—	—	83 1
19	—	—	—	—	84 2
18	57 2	59 1	59 1	—	56 2
18	00 2	—	03 1	—	03 2
16	44 1	—	—	—	—
12	58 1	64 1	61 1	—	—
10	58 1	59 1	—	—	53 2
10	03 3	06 2	01 3	—	01 5
09	29 1	—	—	—	—
08	64 1	—	—	—	—
08	—	04 1	01 1	—	00 1
07	55 1	69 1	—	—	—

	Kless Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
6806	68	2	—	60 1	—	68 2
05	26	1	3 1u	—	—	—
04	01	1	—	—	—	—
02	77	1	—	—	—	—
02	15	1	22 1	17 1	—	12 1
00	28	3	25 2	19 2	—	20 5
6299	57	3	52 3	51 2	—	48 3
97	—	—	—	—	—	83 1
96	99	1	7.1 1u	—	—	7.04 1
98	15	1	19 1	—	—	15 1
95	58	3	59 2	59 3	—	57 5
94	86	1d	5 1u	—	—	—
91	42	1	—	—	—	—
90	49	1	—	—	—	—
87	64	1	—	—	—	—
87	14	1	—	—	—	—
86	84	2	5 1u	45 1	—	—
85	75	2	—	—	—	80 2
88	99	1	6 1u	—	—	—
82	85	3	—	—	—	—
81	58	1r	59 1u	—	—	—
79	10	1	16 1	—	—	—
77	10	1	—	03 1	—	03 1
76	86	1	—	—	—	—
76	45	3	49 1	48 1	—	45 2
75	82	1	—	—	—	29 1
74	85	1	—	—	—	—
73	71	2u	79 1	84 1	—	60 2u
72	05	4	07 5	03 1	09 2	04 6
71	18	1	—	—	—	—
70	28	2	31 1	23 1	—	26 2
69	80	1	39 1	79 1	—	—
68	23	1	21 1	16 1	—	17 1
64	26	2	31 1	28 1	—	26 1
62	05	1ud?	11 1	—	—	—
61	06	1	—	00 1	—	—
60	36	1d	4 1u	—	—	—
59	78	1	—	—	—	—
59	35	1	—	—	—	—
59	11Dy?	1	—	—	—	—
58	60	1	—	—	—	—
57	98	2	99 1	94 1	—	97 1u
56	88	2	—	86 1	—	86 1
55	74	1	—	—	—	—
54	72	1	—	—	—	—
53	62	2	66 1	64 1	—	64 2
53	27	1	—	—	—	—
51	66	1	—	—	—	—
50	91	1	98 1	—	—	—
50	32	1	—	—	—	—

	Kless Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
6249	64	1	—	—	—	—
47	80	1	84 1	—	—	81 1
44	87	1r	—	—	—	—
43	93	1	99 1	90 1	—	95 2
42	92	2	95 1	3.09 1	—	89 2
41	91	2	97 1	88 1	—	87 2u
41	47	1	49 1	40 1	—	—
38	71	2	74 1	71 1	—	71 3
37	45	3	47 1	39 1	—	44 3
33	79 Cu?	1	—	—	—	—
32	46	3	49 3	46 3	49 1	42 4
31	43	1d	49 1	50 1	—	41 1
30	26	1	—	—	—	—
29	00	4d	8.97 2	8.98 3	0 1u	8.92 5
28	24	2	26 1	32 1	—	21 1
27	32	1r	—	—	—	—
26	88	1	—	—	—	—
25	50	1d	49 1	—	—	46 1
23	65	3d	61 1	54 1	—	—
23	23	2	30 1	—	—	38 1
22	28	1	34 1	—	—	—
21	33	1	39 1	—	—	32 1
20	—	—	32 1	—	—	—
20	72	1d	64 1	—	—	—
16	83	2	84 1	88 1	—	81 2
16	07	2	11 1	11 1	—	07 1
14	11	1	—	—	—	04 1
13	—	—	49 1	—	—	45 1
12	51	2	54 1	47 1	—	46 1
11	67	1	—	—	—	—
11	05	2	09 1	02 1	—	02 1
09	58	2	58 1	57 1	—	51 1u
08	99	3	9.00 2	9.02 2	—	96 4
08	32	1	32 1	—	—	28 1
06	74	1	31 1	—	—	75 1u
04	88	1ud?	—	—	—	57 1u
01	83	2u	89 1	83 1	—	81 1
00	85	1	—	—	—	—
6198	04	2	08 1	08 1	—	02 2
96	29	2	37 1	—	—	—
95	55	2	58 1	51 1	—	50 2
95	27	2	29 1	29 1	—	21 2
94	75	1	—	—	—	—
94	21	1	—	—	—	—
92	27	1	34 1	29 1	—	26 1u
90	07	1	—	—	—	—
88	46	1	44 1	—	—	—
87	91	2	84 1u	84 1	—	—
86	91	2	95 1	90 1	—	92 1
86	16	3	19 2	14 2	—	17 4
84	04	2d	8.99 1	02 1	—	—

	Kless Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[28]	[25]	[26]
6182	28	1	3 1u	19 1	—	—
80	08	1	11 1	10 1	—	—
78	39	2	37 1	31 1	—	35 1
77	96	2	99 1	97 1	—	97 1
75	28	2	—	28 1	—	27 1
74	51	1	82 1	—	—	—
74	00	1	—	—	—	—
72	91P	2d	—	94 1	—	—
67	88	2	—	—	—	—
66	56	1	—	—	—	—
65	54	2dP	49 1	53 1	—	—
64	70	2	70 1	—	—	—
64	43	1	47 1	53 1	—	—
63	20	2	26 1	23 1	—	—
62	73	1	—	73 1	—	—
62	14	2	—	—	—	13 2
61	36	1	—	—	—	—
59	82	3	87 1	83 1	—	82 1
58	93	2	90 1u	94 1	—	—
58	14	1	—	—	—	—
57	63	1	71 1	—	—	—
56	75	2	81 1	—	—	72 1
55	49	2	—	—	—	—
55	05	1udP	—	—	—	03 1
53	92	1d	—	—	—	—
53	24	1	—	—	—	—
51	73	2	74 1	—	—	72 3
51	20	1vdP	—	37 1	—	—
50	20	1	—	—	—	—
49	53	2	59 1	57 1	—	—
47	35	2	36 1	39 1	—	34 2
46	95	1d	—	—	—	—
46	42	3	47 1	44 1	—	43 3
43	39	4	36 2	40 2	36 1	37 2
42	92	2	93 1	303 1	—	92 2
41	88	1rdP	—	—	—	—
41	34	1	32 1	37 1	—	—
40	63	1	—	—	—	—
39	32	1	79 1	—	—	—
39	03	3	04 1	03 1	—	—
38	33	1	—	—	—	—
37	23	2	—	—	—	24 1
36	59	1	—	—	—	—
35	51	2	54 1	52 1	—	—
34	53	1	—	—	—	—
33	61	2	62 1	—	—	57 1
33	24	1	—	—	—	—
32	73	1d	—	—	—	—
32	06	3d	09 2	12 2	—	14 1
31	13	1	—	—	—	—

	Kies Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[35]	[26]
6130	15	2	20 1	14 1	—	—
29	00	1	—	—	—	—
28	54	1	57 1	—	—	—
26	09	2vd?	15 1	07 1	—	—
25	43	1	—	—	—	—
24	98	1	5.04 1	5.02 1	—	—
24	31	1	36 1	33 1	—	—
23	66	4	73 5	65 2	—	67 4
20	63	1	—	—	—	—
19	79	2	87 1	—	—	79 1
18	87	2	94 1	85 1	—	90 1
18	56	2	59 1	—	—	56 1
17	71	1	—	—	—	—
16	47	1	—	—	—	—
15	44	1	—	—	—	44 1
15	15	1	—	—	—	—
14	69	1	—	—	—	—
14	27	1	—	—	—	—
13	33	1	—	—	—	—
12	90	1	—	—	—	—
11	92	2	99 1u	—	—	96 3
09	72	1	—	—	—	—
08	74	4	80 2	—	78 1	74 1
07	79	1	—	—	—	—
07	04	1	—	—	—	—
04	84	1	91 1	—	—	—
04	02	2	09 1	—	—	—
03	42	2	—	—	—	—
02	74	2	84 1	—	—	—
01	56	1	—	—	—	—
01	24	1	—	—	—	—
00	79	1	—	—	—	—
00	11	3	15 1	—	—	—
6089	77	1	85 1	84 1	—	78 1
99	40	1	—	—	—	—
98	84	5	88 3	82 3	86 1	82 3
97	60	2	7 1u	—	—	—
96	96	1	7.0 1u	—	—	—
94	29	1	—	—	—	—
93	33	1	—	—	—	—
93	56	1	64 1	58 1	—	—
93	19	3	29 2	24 2	—	21 2
92	84	2	—	41 1	—	—
91	74	1	—	—	—	—
90	97	2	—	—	—	—
89	65	2	7 1u	—	—	—
89	40	1	4 1u	—	—	—
88	83	3	95 1	96 1	—	90 1
88	21	1	—	—	—	—
87	62	1	—	—	—	—

	Kless Bogen			Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]			[25]	[28]	[25]	[28]
6087	88	1		—	—	—	—
86	82	2		89 1	64 1	—	82 1
85	40	1		—	—	—	—
84	90	1d		—	—	—	—
83	98	1		—	—	—	—
83	89	1		—	—	—	—
82	80	1		—	—	—	—
82	08	2		18 1	08 1	—	—
81	27	2		33 1	32 1	—	27 2u
80	37	2		44 1	41 1	—	37 2u
79	37	2		35 1	34 1	—	—
78	44	1		50 1	—	—	—
77	55	2		59 1	57 1	—	—
77	16	2		21 1	21 1	—	16 1
76	68	3		67 1	68 1	—	—
75	91	2		95 1	—	—	—
75	58	2		58 1	57 1	—	—
75	16	1		—	—	—	—
74	26	1		—	—	—	—
73	90	1u		—	—	—	—
73	07	1		—	—	—	—
72	32	1		37 1	—	—	—
72	00	3		04 2	—	—	00 3
70	17	1		—	—	—	—
69	46	4		51 2	50 3	—	47 3
68	65	2		69 1	—	—	—
68	17	1		—	—	—	—
67	02	2		—	—	—	68 1
66	72	2		77 1	75 1	—	71 1
66	23	1		—	—	—	—
64	48	2		—	—	—	—
64	05	1		—	—	—	—
63	43	1		—	—	—	—
62	75	1		—	—	—	—
62	40	1		—	—	—	—
61	67	1		—	—	—	—
60	70	3		75 1	73 1	—	—
59	32	2d		29 1	33 1	—	—
58	60	1		—	—	—	—
57	99	3		307 2	98 2	—	96 3
57	42	4d		49 5	46 1	—	45 1
56	45	1		51 1	—	—	—
56	08	1		—	—	—	—
55	80	1		—	—	—	—
54	63	1		—	—	—	—
53	94	1		—	—	—	—
53	29	1		—	—	—	—
52	80	2		68 1	63 1	—	56 1
51	78	3		91 2	—	—	78 4
51	30	1		—	—	—	—

	Kiess Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
6050	07	2v	—	—	—	—
47	39	4	43 2	39 2	—	35 4
46	72	1d	—	—	—	—
45	88	2	—	—	—	—
45	44	3	44 1	42 2	—	37 4
44	14	1r	—	—	—	—
43	39	5	38 3	37 4	44 2	34 6
41	92	1	—	—	—	—
41	37	1	—	—	—	—
40	59	2	—	—	—	—
39	80	1	—	—	—	—
39	05	1	—	—	—	—
38	40	1	—	—	—	—
37	07	1	—	—	—	—
36	62	2	—	—	—	—
35	85	1	—	—	—	—
35	48	3	50 1	42 2	—	43 8
34	59	2d	—	—	—	—
34	20	4	23 2	15 2	23 1	13 8
33	57	3	62 1	56 1	—	51 2
32	53	1	—	—	—	—
32	10	1	—	—	—	—
31	25	2	25 1	26 1/2	—	—
30	67 Cu?	2	69 1	66 1/2	—	61 1
30	85	1	—	—	—	—
29	72	1	68 1	—	—	—
29	07	2d	16 1	06 1/2	—	08 1
28	28	1	—	—	—	—
27	78	1	—	—	—	—
27	16	2	15 1	12 1/2	—	07 1
26	05	2d	—	—	—	—
25	28	2d	—	—	—	—
24	19	5	21 3	16 3	—	16 6
23	14	1	—	—	—	—
22	86	1	—	—	—	—
21	64	2	—	—	—	—
21	24	1	—	—	—	—
20	59	1	61 1	59 1/2	—	56 1
18	83	2	—	78 1/2	—	76 1
18	41	1	—	—	—	—
17	86	1	—	—	—	—
17	28	1	—	—	—	—
17	02	1	—	—	—	—
16	56	2	58 1	54 1	—	55 3
15	99	1	—	—	—	—
15	44	1	—	—	—	—
14	65	1	—	—	—	—
14	06	2	—	—	—	—
13	40	5	44 2	42 4	—	39 5
12	81	1	—	—	—	—

	Kless Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[23]
6011	96	1	99 1	89 1/2	—	93 1
11	55	1	62 1	52 1/2	—	52 1
11	04	1	—	—	—	—
10	44	2	50 1	43 1/2	—	40 1
10	09	1	—	—	—	—
09	68	1	—	—	—	—
09	08	1	—	—	—	—
08	47	1	58 1	—	—	—
07	38	2	88 1	81 1	—	85 2
06	80	4	88 2	—	—	79 4
06	21	2	—	17 1	—	17 2
05	85	4	90 2	83 3	—	84 4
05	38	1	—	—	—	—
04	50	1	—	—	—	—
04	08	1	—	—	—	—
03	68	2	68 1	63 1/2	—	64 1
03	09	1	—	—	—	—
02	68	1	—	—	—	—
02	27	1	—	—	—	—
01	88	4	95 2	87 3v	—	88 3
00	86	1	—	—	—	—
00	17	2	28 1	13 1/2	—	16 2
5999	81	1	—	—	—	—
98	46	1	—	—	—	—
98	11	1	—	—	—	—
97	77	1	—	—	—	—
97	38	1	—	—	—	—
97	00	3	07 1	6.97 1/2	—	—
96	20	1	—	—	—	—
95	35	4	82 2	81 3	38 1	28 2u
94	74	1	—	—	—	—
94	29	1	—	—	—	—
93	88	1	—	—	—	—
93	31?	1	—	—	—	—
92	64	3	73 2	62 2v	—	69 3
91	62	2	68 1	—	—	—
90	85	2	92 1	—	—	86 1
90	22K?	1r	—	—	—	—
89	37	3	41 2	38 2	—	42 3
88	79	2	—	78 1v	—	87 2
88	29	1	—	—	—	—
87	88	2	38 1	38 1/2	—	40 1
86	66	1	—	—	—	—
86	24	2	26 1	18 1/2	—	—
85	40	1v	—	—	—	—
84	25	1	—	—	—	—
83	57	1	—	—	—	—
82	91	1	—	—	—	—
81	88	2	36 1	81 1/2	—	89 1
81	18	2	28 1	—	—	—

	Kiess Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke
	[42]		[25]	[28]	[25]
5980	56	1	—	—	—
79	74	1	—	—	—
79	39K?	2r	40 1	39 1	—
78	43	1	48 1	41 $\frac{1}{2}$	—
75	90	5	88 4	88 4	85 2
75	25	2	29 1	19 $\frac{1}{2}$	—
74	62	1u	—	—	—
73	50	1v	88 1	—	—
72	80	2	—	—	—
72	08	3	13 1	07 1	—
70	75	1	78 1	—	—
70	25	1	—	—	—
69	80	1	—	—	—
69	20	1	—	—	—
68	60	1	68 1	—	—
68	08	2	08 1	01 $\frac{1}{2}$	—
67	72	1	—	—	—
67	36	1	—	—	—
66	26	4d	36 1	26 8v	—
64	67	2	68 1	58 $\frac{1}{2}$	—
64	07	1	—	—	—
63	35	2	38 1	34 $\frac{1}{2}$	—
62	61	1	—	—	—
60	81	2d	78 1	—	—
60	17	1	—	—	—
59	73	3	74 2	—	70 1
59	07	1	—	—	—
58	77	2	36 1	74 $\frac{1}{2}$	—
58	04	1	—	—	—
52	88	2	88 1	79 $\frac{1}{2}$	—
52	25	1	—	—	—
51	21	2	27 1	20 $\frac{1}{3}$	—
50	60	3	65 1	62 1	—
50	23	1	30 1	—	—
48	78	1d	—	—	—
48	19	2	28 1	—	—
47	64	3	63 1	65 1	—
47	08	2d	—	—	—
46	23	1	—	—	—
45	40	1	—	—	—
44	88	3	92 1	85 1	—
43	57K?	2r	58 1	—	—
42	66	3	72 1	67 1	—
41	87	2	94 1	—	—
41	51	3	53 2	51 2	56 1
40	84	5	89 3	84 4	87 1
39	80	1	—	—	—
38	38	2d	48 1	37 1	—
37	69	4	76 2	72 3	—
36	76	1	—	—	—

Kiess Bogen	[42]	Exner u. Eder u. Exner u. Haschek Valenta Haschek			Kiess Bogen	42	Exner u. Eder u. Exner u. Haschek Valenta Haschek		
		Bogen	Bogen	Funke			Bogen	Bogen	Funke
		[25]	[28]	[25]			25	[28]	[25]
5936	44 1	—	—	—	5936	34 3r	—	—	—
34	48 5	40 2	35 2	—	95	85 Na 3d	—	—	—
38	58 2	62 1	58 1	—	94	93 2	5.0 1u	87 1	—
38	05 1	—	—	—	94	92 1	34 1	27 1	—
32	64 1	—	—	—	93	90 1	—	—	—
32	17 2	28 1	14 1	—	93	24 3	23 1	18 3	—
31	71 1	78 1	72 1/2	—	92	48 2	60 1	56 1	—
29	84 8	90 1	81 1	—	91	29 1	—	—	—
29	46 3	56 1	50 1	—	89	60 3	77 2	63 2	—
28	74 2	78 1	—	—	88	99 1	—	—	—
28	32 4	88 3	80 3	85 1	88	50 2	52 1	48 1	—
27	78 1	—	—	—	88	00 1	—	—	—
27	31 1	—	—	—	87	55 2	58 1	49 1	—
26	28 4	34 2	27 3	—	86	69 1	—	—	—
24	90 2	97 1	89 1	—	86	26 1	31 1	19 1	—
24	05 3	09 1	3.99 1	—	85	82 1	—	—	—
23	55 1	62 1	55 1/2	—	84	89 1d	98 1	—	—
22	95 3	3.02 2	98 2	3.02 1	82	69 2	—	—	—
22	11 2	18 1	09 1/2	—	81	69 2	73 1	69 1	—
21	32 1u	—	—	—	80	97 1	—	—	—
20	40 3	46 2	34 2	—	80	43 1	—	—	—
19	93 1	—	—	—	79	92 1	—	—	—
19	43 1	—	44 1/2	—	78	94 3	9.0 1u	90 2	—
19	06 1	—	—	—	78	07 2	1 1u	10 1	—
17	43 1	—	—	—	77	69 1	—	—	—
16	68 1	—	—	—	76	44 1	—	—	—
16	29 1	—	—	—	75	85 1	—	—	—
15	57 1	—	—	—	73	91 2	—	93 1	—
14	84 3	87 1	80 1	—	72	94 2d	—	—	—
13	75 1	78 1	—	—	72	80 1	—	—	—
12	88 3d	98 2	88 3	—	71	61 4	60 2	54 3	—
12	25 1	—	—	—	70	85 1	88 1	84 1	—
10	68 1	17 2	—	—	70	34 1	—	—	—
10	00 5R	9.91 2	10 3	—	69	97 1	—	—	—
09	—	—	84 3	—	69	32 1d	—	—	—
09	20 1	31 1	—	—	68	49 1	—	—	—
07	49 2	—	46 1/2	—	67	89 1	—	—	—
06	85 1ud	35 1	—	—	65	75 1	—	—	—
06	00 2	08 2	5.98 2	—	65	16 1	—	—	—
05	27 1d	—	—	—	64	53 1	—	—	—
04	74 1	—	—	—	63	86 1	—	—	—
03	08 1	—	—	—	62	50 5	50 3	48 4	—
02	65 2	68 1	—	—	59	37 3	39 1	34 2	—
01	33 3	88 1	27 2	—	58	56 2	58 1	50 1	—
00	68 2	71 1	68 1/2	—	58	19 2	—	04 2	—
5899	70 2	74 1	68 1/2	—	57	60 1	—	—	—
99	23 1	—	—	—	57	12 3	14 1	07 2	—
98	89 1	—	—	—	56	64 1	—	—	—
98	10 2	18 1	08 1	—	55	19 1	21 1	10 1	—
97	72 1	68 1	64 1	—	54	85 1	—	—	—

	Kless Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke
	[42]		[25]	[23]	[25]
5853	68	3	72 1	60 1	—
58	34	3	96 1	24 2	—
53	07	3u	13 1	01 2	—
51	08	3	11 1	00 2	—
49	56	1r	—	—	—
48	86	2	88 1	78 1	—
48	32	2	95 1	29 1	—
47	61	1v	72 1	—	—
46	73	1	—	—	—
45	98	3	98 1	87 1	—
45	37	1	—	37 1	—
44	36	2u	—	—	—
43	73	3	78 1	68 2	—
43	10	2	15 1	—	—
42	11	1	18 1	02 1	—
39	36	3	42 1	26 2	—
38	88	1	—	—	—
38	13	4	18 3	06 3	14 1
37	66	1	—	—	—
35	84	5	90 3	75 3	—
34	25	2	82 1	17 1	—
32	88	1d	—	—	—
32	29	1	37 1	—	—
31	92	5	99 3	81 3	—
31	37Cu?	2	47 1	29 1	—
30	67	1	—	63 1	—
30	08	3d	23 1	02 2	—
29	38	1	—	—	—
28	82	1	—	—	—
28	40Cu?	1	—	—	—
27	25	2	32 1	15 1	—
26	88	1	83 1	—	—
26	56	1	64 1	—	—
25	22	1ud?	—	—	—
24	60	1	—	—	—
23	46	2	53 1	87 1	—
22	99	3	3.07 2	92 2	—
20	80	1	—	—	—
20	38	3ud?	46 1	29 2	—
18	80	1	9 1u	49 1	—
17	78	2	84 1	—	—
17	06	1	—	—	—
16	41	1	—	—	—
15	91	1	—	—	—
15	47	2	54 1	43 1	—
12	98	6	97 3	82 4	—
11	83	1	89 1	79 1	—
10	73	3	78 2	67 3	—
09	72	1	—	—	—
09	35	1d	—	—	—

	Kless		Exner u.	Eder u.	Exner u.	Laufenberg
	Bogen		Hasehek	Valenta	Hasehek	Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
5807	50	1	—	—	—	—
07	07	1	—	—	—	—
06	53	1d	—	—	—	—
06	15	2	23 1	08 1	—	—
04	96	1	—	98 1	—	—
04	42	4	49 2	39 3	—	—
08	23	1	28 1	—	—	—
02	89	1	85 1	—	—	—
01	61	1	—	—	—	—
01	16	1	—	—	—	—
00	33	1	—	29 1	—	—
5799	80	3	84 2	81 1	81 1	85 1
99	38	1	—	—	—	—
98	09	2d	—	—	—	—
97	40	2	47 1	42 1	—	—
96	45	1	51 1	—	—	—
96	05	3d	14 1	06 2	—	13 1
95	27	1	33 1	22 1	—	—
94	79	2	84 1	76 1	—	—
94	82	1	—	—	—	—
92	96	1	—	—	—	—
92	38	1	—	—	—	—
91	67	2	78 1	61 1	—	71 1
91	82	2	88 1	81 1	—	—
89	95?	3d	—	—	—	—
88	58	1	58 1	48 1	—	—
88	14	5	17 3	09 4	—	19 5
87	21	2	23 1	13 1	—	23 1
86	85	2	88 1	89 1	—	—
85	76	1	—	—	—	—
84	86	3	88 1	81 2	—	89 3
83	99	3	400 2	97 2	1 1u	96 1
82	80	1	88 1	77 1	—	80 2
82	43	2	45 1	44 2	—	44 2
80	75	1	—	—	—	—
80	22	2	—	—	—	—
79	23	2	—	—	—	—
78	85?	3u	48 1	—	—	—
77	26	1	—	27 1	—	—
76	73	1	—	—	—	—
76	23	2	—	—	—	—
75	80	2	88 1	81 1	—	—
75	03	2	07 1	06 1	—	03 1
74	37	2	—	—	—	—
73	53	3	6 1u	54 2v	—	60 2
73	04	5	18 2	13 4v	—	14 5
72	23	3	28 1	21 2	—	23 1
71	97	2	99 1	200 2	—	—
71	55	1	—	—	—	—
70	45	3	42 1	46 2v	—	39 1

	Klass Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
5769	95	2	97 1	94 1	—	94 1
68	94	5	92 3	97 4	93 1	90 3
68	05	1	—	—	—	—
66	43	2ud?	—	—	—	—
65	34	3	34 1	36 2	—	32 2
64	72	3d	73 1	77 1	—	74 1
63	36	1	—	—	—	—
63	00	2	—	11 1	—	—
62	57	1	—	—	—	—
60	97	2	95 1	1.00 1	—	—
60	59	2	59 1	67 1	—	—
60	16	1	17 1	—	—	—
58	79	1	—	—	—	—
58	24	3	28 1	27 3	—	—
57	48	1	—	—	—	—
56	59	1d	—	—	—	—
56	00	1	—	—	—	—
55	42	1	—	—	—	—
54	71	1	—	—	—	—
54	05	1	—	—	—	—
53	08	1	—	—	—	—
52	51	2	—	54 1	—	—
52	12	1	—	—	—	—
51	20	1	—	—	—	—
50	64	1	—	69 1	—	—
49	36	1	46 1	—	—	—
48	94	2	—	9.00 1	—	—
48	29	1	—	—	—	—
47	36	1	—	—	—	—
46	92	1	—	—	—	—
46	48	2	50 1	57 1	—	—
46	05	1	—	—	—	—
44	63	2	—	72 1	—	67 1
44	35	1	—	—	—	—
43	52	5	56 3	59 4	—	51 4
42	45	1d	—	—	—	—
41	92	1	—	—	—	—
41	18	1	—	—	—	—
40	20	1u	—	—	—	—
39	63	2	64 1	70 1	—	—
39	17	1d	—	—	—	—
38	32	2	—	45 1	—	—
37	75	1	—	—	—	—
37	49	1	—	—	—	—
37	08	1	—	—	—	—
36	58	1	—	—	—	—
35	77	2ud	68 1	79 1	—	66 1
38	85	2ud	93 1	93 2	—	—
31	91	1	88 1	—	—	—
31	28	1	—	—	—	—

	Klass Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funks	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
5780	81	1	—	—	—	—
80	46	1	48 1	51 1	—	—
29	88	2	38 1	42 1	—	—
28	68	1	—	—	—	—
28	06	1	—	—	—	—
27	27	2	24 1	34 1	—	24 1
26	15	2	13 1	—	—	12 1
25	85	4	84 2	83 3	—	83 4
24	96	1	—	—	—	—
24	47	1	—	—	—	—
23	25	1	—	—	—	—
22	62	1	—	—	—	—
21	97	3	98 1	202 2	—	191 2
20	78	1rd?	—	—	—	—
19	55	2	—	—	—	—
19	09	5	04 3	01 4	—	02 6
18	42	3ud?	59 1	53 2v	—	58 1
16	49	3	48 1	56 2	—	47 1
15	28	3	27 2	30 2	25 1	26 2
14	83	1	—	—	—	—
13	86	1	—	—	—	—
12	29	2	31 1	33 1	—	28 1
11	45	3	47 2	44 3	46 1	43 2
10	83	1	—	—	—	—
10	07	1	—	07 1	—	—
09	64	1	—	—	—	—
09	06	2	—	12 1	—	—
08	49	1	—	—	—	—
07	44	2	—	46 1	—	—
06	87	1	—	—	—	—
06	21	1u	—	—	—	—
04	53	1d	—	—	—	—
03	25	3	22 1	19 2	23 1	22 2
02	34	3	31 1	—	—	—
01	51	1	—	—	—	—
5699	24	5	21 3	21 3	22 1	24 3
97	02	5	699 3	694 3	00 1	00 6
95	88	4	85 2	82 2	83 1	84 2
94	93	1ud?	—	—	—	—
94	04	1	—	—	—	—
92	98	5	98 2	93 2	—	94 3
92	12	2	14 1	10 1	—	12 1
91	48	2	48 1	45 1	—	47 1u
90	35	1ud?	—	—	—	—
89	90	2u	—	—	—	—
88	48	2	45 1	—	—	50 1
88	12	1	09 1	—	—	—
87	82	1	30 1	—	—	—
85	86	4	88 2	79 2	88 1	84 3
84	94	2	98 1	90 2	—	—

	Kiess Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[28]	[25]	[26]
5684	88	1	—	—	—	—
83	77	3	74 1	72 1	76 1	75 2
83	12	2	11 1	—	11 1	—
82	77	2	—	—	—	—
82	22	1	—	—	—	—
81	77	1	—	—	—	—
80	27	2	26 1	22 2	28 1	26 1
78	98	2	9.01 1	98 2	9.03 1	9.03 1u
78	33	1	—	—	—	—
77	76	5	73 2	72 2	74 1	76 4
77	24	1	24 1	—	—	26 1
76	89	3	86 1	88 1	—	89 2
76	38	1	—	—	—	—
75	10	2	09 1	08 1	—	11 1
73	73	1	—	—	—	—
71	92	3	88 1	91 1	—	89 2
71	42	2	—	37 1	—	—
70	75	1	—	—	—	—
69	97	6	96 4	92 3	97 1	96 5
68	94	4	89 4	88 2	92 2	92 4
68	00	1	7.95 1	—	—	—
67	87	1	—	—	—	—
67	14	1	—	—	—	—
65	38	1	34 1	33 1	—	35 1
64	68	2	68 1	—	—	68 1
64	00	5	3.97 2	3.92 2	—	3.98 3
63	48	2	47 1	—	—	—
63	24	3	19 1	—	—	—
62	72	1	—	—	—	—
61	19	1	—	—	—	—
60	48	1	47 1	—	—	—
59	81	2	78 1	—	—	—
58	25	1	—	—	—	—
58	89K? 1r		—	—	—	—
58	21	2	18 1	—	—	—
55	17	6	14 3	12 2	15 1	14 5
53	51	1	—	—	—	—
52	98	2	—	—	—	—
52	20	1	—	—	—	—
51	28	1	—	—	—	—
50	59	3	60 1	58 2	—	57 2u
49	29	1	—	—	—	—
47	74	1	—	—	—	—
47	09	2	—	—	—	—
46	60	3	55 1	—	—	56 1
45	96	1	—	—	—	—
45	45	1	—	—	—	—
44	72	2ud	—	—	—	—
44	29	1	—	—	—	—
43	88	1	—	—	—	—

	Klens Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[23]
5842	80	1	—	—	—	—
41	71	1	—	—	—	—
41	48	1	—	—	—	—
40	78	2	78 1	—	—	—
40	14	2	14 1	—	—	—
38	66	2vd?	—	—	—	—
38	18	4	15 2	12 2v	—	19 3u
37	87	3	30 2	31 2	34 1	34 3
36	91	1	—	—	—	—
36	44	1	—	—	—	—
35	28	1	—	—	—	—
34	48	2	44 1	—	—	44 1
33	48	1	—	—	—	—
33	09	4	09 1	04 2	—	04 2u
32	49	8	48 1	44 1	—	40 2
32	07	1d	—	—	—	—
31	31	1	—	—	—	—
30	98	1	—	—	—	—
30	89	2	87 1	80 1	88 1	—
29	71	1	—	—	—	—
29	01	1	—	—	—	—
28	17	2d	21 1	—	—	18 1
27	63	1	—	—	—	—
27	24	1	—	—	—	—
26	73	1	72 1	67 1	—	—
26	01	1	—	—	—	—
25	23	2	23 1	—	—	—
24	84	1	—	—	—	—
23	76	1	76 1	—	—	—
23	00	2	01 1	2.95 1	02 1	2.97 1
22	65	2	—	—	—	—
22	28	1	—	—	—	—
20	33	2	33 1	—	—	—
19	69	1	—	—	—	—
19	33	1	—	—	—	—
18	64	1	—	—	—	—
18	18	1	—	—	—	—
17	46	1	—	—	—	—
17	12	1	—	—	—	—
16	53	1	—	—	—	—
15	98	4	—	—	—	—
14	75	4	74 2	73 2	—	70 3
14	22	1	—	—	—	—
13	71	3	71 2	69 2	71 1	65 3
12	65	1	—	—	—	—
11	68	1	—	—	—	—
10	93	3	90 1	88 2	89 1	88 3u
10	—	—	51 1	—	51 1	—
10	27	4	27 3	31 4	25 1	23 4
09	44	2	43 1	—	—	43 1
08	99	1	—	—	—	—

	Kiess Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
5808	48	1	—	—	—	—
07	63	1	—	—	—	—
06	47	2	—	—	—	—
06	13	1	—	—	—	—
05	03	1	—	—	—	—
04	39	2	39 1	23 1	—	—
04	15	1	—	—	—	—
03	63	1	—	—	—	—
02	79	1	—	—	—	—
01	29	5	30 4	22 3	32 1	25 5
00	18	1	—	—	—	—
5599	—		08 1	—	08 1	08 1
98	96	3d	88 1	99 2	—	83 1
97	96	3	98 1	92 1	—	93 2
97	13	1	—	—	—	—
96	54	1d	72 1	59 1	—	—
95	89	4	89 3	87 3	92 1	86 3
94	97	3	99 2	—	98 1	94 2
94	74	2	73 2	—	73 1	—
94	17	1	—	—	—	—
93	72	2	73 1	—	—	—
92	16	1	—	—	—	—
90	52	2	56 1	—	—	—
90	13	2	18 1	—	—	—
89	23	1	23 1	—	—	—
88	33	3	34 1	—	—	31 2
88	12	1	10 1	—	—	—
86	72	2	—	—	—	—
85	48	1	—	—	—	—
84	72	3d	67 1	61 1	—	62 1
83	87	1d?	—	—	—	—
82	70	4	74 2	—	—	70 2
82	58	2	59 2	58 3	60 1	53 2
79	50	1	—	—	—	—
79	24	1	—	—	—	—
78	92	2	92 1	85 1	—	88 2
78	29	3	29 1	25 1	—	26 2
77	28	2	29 1	—	—	26 1
77	05	1	—	—	—	—
76	04	1	—	—	—	—
75	08	1	08 1	03 1	—	—
73	12	1	—	—	—	—
72	23	3	21 1	15 1	—	19 1
71	61	1	—	—	—	—
70	94	2	93 1	—	—	—
70	48	1	—	—	—	—
69	30	2	—	—	—	—
68	79	1	—	—	—	—
67	82	3	83 1	74 2	—	80 2
67	52	1	—	—	—	—

	Klass Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
5586	49	2	44 1	38 1	—	45 1
65	97	4	98 3	92 3	98 1	95 3
65	28	1	23 1	—	—	25 1
64	99	5	96 3	95 4	98 1	95 4
64	26	3	23 1	21 1	—	23 2
63	02	3	299 1	299 1	—	299 2
62	21	2	18 1	—	—	—
61	46	2	44 2	41 2	46 1	43 1
60	96	1	—	—	—	—
60	06	2	—	—	—	—
59	22	4	21 2	18 2	23 1	18 2
58	65	2	67 1	—	—	61 1
58	31	1	—	—	—	—
56	95	3	92 3	91 2	96 2	93 3
56	26	5	26 3	33 3	26 1	23 3
54	36	1	34 1	—	—	—
52	30	1	33 1	—	—	—
51	63	1	71 1	—	—	—
51	40	1	45 1	—	—	39 1
50	64	1	65 1	—	—	—
50	03	2	04 2	998 3	04 1	01 2
48	81	4	79 2	75 3	78 1	78 3
47	48	1	43 1	—	—	—
46	36	1	38 1	—	—	—
46	52	1	51 1	45 1v	—	—
43	16	1	—	—	—	—
45	50	1	—	—	—	—
44	65	2	62 1	38 1	—	60 1
44	12	1	—	—	—	—
43	70	1	78 1	70 1	—	—
42	77	2	78 1	70 1	—	—
42	13	1	08 1	—	—	—
41	25	1	—	—	—	—
40	57	2	54 1	53 1v	—	51 1
38	61	1	—	—	—	—
39	24	1	—	—	—	—
38	51	1	—	—	—	—
38	09	1	—	—	—	—
37	52	3	53 1	37 2	—	52 2
37	26	2	31 1	—	28 1	—
36	41	1	—	—	—	—
35	84	1	77 1	—	—	—
35	25	3	23 2	20 2	23 1	23 2
33	49	1	54 1	—	—	—
33	21	1	23 1	—	—	—
32	92	1	—	—	—	—
32	04	2	09 1	01 1	—	—
31	18	1	18 1	—	—	—
30	46	1	43 1	—	—	—
29	43	1	—	—	—	—

	Kless Bogen		Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Funke	Laufenberg Bogen
	[42]		[25]	[23]	[25]	[26]
5529	18	1	—	—	—	—
28	75	1	78 1	—	—	—
27	93	1	89 1	—	—	—
27	56	1	—	—	—	—
27	15	2	18 1	—	—	18 1
26	78	2	83 2	78 2	83 1	85 1
26	09	1	08 1	—	—	—
25	58	1	—	—	—	—
24	73	1	—	—	—	—
24	42	2	44 1	—	48 1u	—
23	65	1	—	—	—	—
23	01	1	2.98 1	—	—	—
22	50	3	48 1	48 2	—	45 2
21	88	2	84 1	81 2	83 1	—
20	81	1	—	—	—	—
20	20	1	18 1	15 1	20 1	—
19	78	1	—	—	—	—
19	02	1	—	—	—	—
18	52	3	49 3	44 3	49 2	48 3
17	86	1	84 1	—	—	—
17	40	2	88 1	—	—	—
16	32	1	—	—	—	—
16	07	2	07 2	05 2	08 1	08 2
15	87	1	—	—	—	—
15	23	1	—	—	—	—
14	23	1	18 1	18 1	—	—
13	14	2	10 1	05 2	18 1	10 1
12	08	6	05 10	05 5	07 3	08 6
11	61	2	—	—	—	—
11	19	1	—	—	—	—
10	70	2	67 1	62 1	—	67 1
09	44	1	43 1	39 1	48 1	—
09	02	1	8.95 1	—	—	—
08	04	1	—	—	—	—
08	48	2	—	44 1	—	—
08	04	2	13 1	00 1	—	—
05	52	1	—	—	—	—
05	11	1	—	—	—	—
04	56	1	59 1	—	—	—
04	19	1	—	—	—	—
03	55	1	—	—	—	—
02	80	1	—	—	—	—
01	79	1	—	—	—	—
01	43	1	—	—	—	—
00	91	1	—	—	—	—
5498			18 2	15 2	—	15 2
91			09 1	00 1	—	08 1
86			04 1u	5.95 1	—	—
84			86 1	81 2	85 1	—
83			44 1u	38 2	—	—

	Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufen- berg Bogen [26]		Exner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Exner u. Haschek Funke [25]	Laufen- berg Bogen [26]
5481	99 1	91 2	—	96 2	5398	50 1	43 2	—	49 1
81	34 1	—	31 1	—	98	01 1	—	—	7.98 1
81	14 1	18 2v	—	—	97	65 2	60 3	—	63 3
78	60 1	54 2	—	62 2	95	75 1	61 1	—	69 1
73	52 1	41 2	—	52 1	95	28 1	21 1	—	25 2
72	84 1	—	—	86 1	94	91 1	84 1	—	87 2
72	28 5	23 6	27 3	28 4	93	42 5	32 10	42 3	39 5
70	46 1	42 1	—	—	91	89 1	80 1	—	—
68	35 4	30 4	36 3	37 4	86	80 2	72 4	76 1	77 3
65	34 2	26 3	—	33 3	86	35 2	28 3	—	31 3
64	20 2	13 3	20 1	20 3	84	10 1	8.99 1	—	—
60	08 2	00 3	05 1	05 2	82	60 1	58 2	—	56 1
59	21 2	13 3	19 1	19 2	79	95 1	92 2v	—	90 1
58	85 1	—	—	83 1	78	31 1	27 2	32 1	—
58	13 1	03 2	12 1	11 1	69	12 1	13 2	—	—
57	89 1	—	—	84 1	67	96 1	90 1	—	—
57	21 1	13 2	—	20 2	63	36 1	27 3	—	32 3
56	39 1	35 2	—	33 2	59	91 1	84 2	—	—
53	93 1	94 2	—	95 1	59	51 1	42 3	51 1	49 1
51	79 1	70 2	—	72 1	57	21 1	12 2	—	18 1
51	15 1	14 2	24 1	—	56	33 1	33 1	—	—
50	04 1	00 1v	—	02 1	55	61 1	—	—	58 1
49	27 2	21 4	29 1	24 3	55	19 1	14 2	—	17 1
46	47 1	34 3v	—	44 1	53	53 3	—	52 5	52 6
46	19 1	—	—	17 1	52	31 1	20 2	—	26 1
45	45 1	37 2v	—	—	51	33 1	30 1	—	—
41	74 1	76 2	77 1	—	50	70 1	60 2	—	—
38	45 1	35 2	—	—	47	31 1	74 3	3 1u	31 2
37	39 1	30 2	—	—	46	—	50 2v	—	—
35	24 1	20 2	—	—	45	—	17 2	—	—
33	94 1	91 1	—	—	43	79 1	76 2	—	—
33	33 1	33 2	—	—	43	26 1	19 2	—	—
30	28 1	26 2v	—	22 1	37	74 1	70 2	—	73 1
28	37 1	35 1	—	—	36	20 1	17 3	—	21 3
27	28 1	33 3v	—	23 1	35	71 2	66 4	—	75 3
26	56 1	48 2v	—	—	34	—	63 2	—	—
23	46 1	39 2	—	42 1	33	—	37 2	—	—
22	26 1	20 2	—	26 1	32	36 1	24 2	—	—
20	40 2	32 3	—	33 2	30	55 4	46 6	56 2	54 5
18	70 1	65 2	—	69 1	29	51 1	45 2	—	54 1
17	33 1	79 2	34 1	32 1	28	04 2	7.94 4	—	00 3
14	14 1	05 2	—	09 1	23	29 1	32 2v	—	—
11	32 1	72 2	—	—	18	07 1	7.99 2	—	—
10	05 1	00 2	—	—	14	33 1	34 3	—	—
09	27 4	19 3	26 3	21 4	14	37 1	23 2	—	37 1
06	63 1	53 1	—	—	13	90 1	—	—	91 1
04	—	23 2	—	—	13	72 1	66 2	—	37 3
01	19 1	14 2	—	19 1	08	51 2	39 4	—	51 2
5399	61 1	56 2	—	57 1	05	22 1	27 2	—	—
99	04 1	00 1	—	04 1	03	—	92 2	—	—

Erner u. Haschek				Erner u. Haschek			
Bogen		Valenta		Bogen		Laufen-berg	
[25]		[23]		[25]		[26]	
5303	30 1	22 3	—	31 2	5226	—	36 3
5299	13 1	10 2	—	—	25	—	53 3
98	23 1	23 3v	—	26 1	23	47 2	—
96	58 2	52 4	—	55 3	22	95 1	95 2
94	91 1	87 2v	—	93 2	21	93 1	2.00 1v
94	04 1	00 2	—	03 2	20	—	24 2
92	47 1	40 1	—	—	16	—	46 2v
90	92 1	87 2	—	90 1	11	91 2	91 4
90	—	01 1v	—	—	11	—	00 1
88	—	57 1v	—	—	10	35 1	34 3
87	—	55 1v	—	—	09	—	74 3
86	79 1	70 2	—	79 1	08	—	—
84	—	78 1v	—	—	06	—	44 1
83	—	36 2	—	—	05	50 1	50 3
78	76 1	75 2	—	81 1	05	13 1	—
77	49 1	43 1	—	—	04	—	22 2
76	9 1u	78 2v	—	—	03	—	29 2v
76	23 1	17 1	—	—	02	53 1u	53 2v
75	80 1	—	78 1u	79 2	01	39 1	34 3
74	23 5	—	23 3	23 6	00	40 1	35 3
71	87 2	80 4	—	86 3u	00	1 1u	9.99 3
71	03 1	0.98 2	—	03 1	5194	—	88 2v
70	—	24 2	—	—	91	63 3	58 10
69	—	43 2	—	—	89	23 1	25 1
65	66 2	60 6	68 2	67 4	88	63 1	62 3
64	—	13 3	—	18 3	87	43 4	45 10
61	—	60 4	—	67 3	83	18 1	19 2
59	9 1u	75 2	—	—	81	91 1	83 3
58	43 1	40 3	—	45 1	80	78 1	83 3
56	0 1u	5.95 1	—	—	78	68 1	66 1
54	82 1	80 2	—	81 2	77	7 1u	68 1
53	43 1u	40 2	—	—	74	58 2	50 5
52	67 1	62 5	70 1	65 3	73	—	69 2
52	00 1	1.98 3	—	1.97 1	69	74 1	69 2
49	18 1	09 1	—	—	64	38 1	29 3
47	—	35 2v	—	—	63	29 1	18 3
45	88 2	—	—	89 4	61	48 2	37 4
44	47 2	42 3	—	43 3	59	68 2	53 4
43	05 1	00 2	—	04 1	54	39 2	—
41	—	69 3v	—	—	53	95 1	89 3
39	—	83 2v	—	—	50	39 1	23 2
39	—	19 2	—	—	49	98 2	—
38	48 1	41 3	—	43 2	47	53 2	48 5
37	07 1	00 5	08 1u	05 3	45	—	01 3v
35	—	72 2	—	—	42	—	23 2
34	00 1	3.95 5	3.98 1u	00 3	40	43 1	43 2
32	—	80 4	—	—	37	—	84 2
30	83 1	82 2	—	—	37	15 1	06 2
30	18 1	—	—	18 1	35	—	21 2v
29	76 2	74 3	—	72 2	34	46 1	37 2
							44 2

	Erner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [28]	Erner u. Haschek Funke [25]	Laufen- berg Bogen [28]		Erner u. Haschek Bogen [25]	Eder u. Valenta Bogen [23]	Erner u. Haschek Funke [25]	Laufen- berg Bogen [28]
5129	58 2	37 4	—	58 4	5044	02 8	02 5	02 1	00 5
24	99 1	96 3	—	5.00 3	40	84 2	86 3	—	82 3
22	38 2	34 4	—	41 3	39	77 1u	77 3	—	77 2u
21	37 1	25 2	—	35 1	37	76 2	76 5	7 1u	76 3
20	77 1	72 2	—	77 3	36	59 1	62 4	—	62 1
19	47 1	49 2	—	—	33	80 1	84 1	—	81 1
18	8 1u	72 2	—	—	31	97 1	94 3	—	98 1
17	9 1u	84 3	—	93 2	31	72 1	—	—	74 1
17	16 2	08 5	15 1	16 4	30	—	85 2v	—	—
15	61 1	52 2v	—	64 1	28	25 1	28 3	—	26 2u
15	22 2	07 3	—	23 2	27	—	29 3	—	31 1
12	68 2	59 3	—	70 3	25	1 1u	27 2v	—	—
11	53 1	54 1	—	—	22	85 2	86 5	85 1	85 4
08	3 1u	30 1	—	—	21	42 2	44 2	—	42 3
05	—	36 4v	—	21 1	17	00 1	07 2	—	02 2
02	—	71 1	—	72 1	16	49 1	51 1	—	49 2u
5099	—	—	—	35 1	13	75 1	76 2	—	73 3
97	—	13 2	—	—	12	47 1	45 1	—	49 2
91	75 1	68 2	—	72 2	11	76 2	74 4	75 1	73 4
90	—	91 3	—	86 2	09	07 3	06 3	—	07 4
89	6 1u	50 2	—	60 1	05	—	78 2	—	—
86	—	49 2	—	56 1	04	82 1	83 1	—	—
86	—	11 2	—	16 1	03	—	46 2	—	—
84	—	34 2v	—	—	02	79 1	80 4	77 1	76 3
84	17 1	23 2v	—	—	4998	12 1	37 2v	—	42 1
88	—	31 2v	—	53 1	—	—	—	—	11 2
81	—	31 3v	—	—	—	—	—	—	70 2
80	48 1	46 3	—	43 2	94	67 2	67 5	6 1u	60 1
79	68 4	63 6	71 2	68 6	—	—	—	—	45 1
77	84 1	79 3	—	84 3	92	33 1	44 1	—	37 1
76	45 2	46 5	52 1	49 4	91	—	01 3	—	0.99 2
75	29 3	32 6	34 1	33 5	88	67 1	—	—	67 1
74	—	62 3	—	72 1u	87	57 1	67 1	—	64 1
72	—	87 2	—	58 1u	86	—	42 2	—	36 3
71	77 2	68 4	—	92 1	84	42 1	51 1	—	41 1
71	63 1	—	—	77 3	77	14 1	23 2	—	18 2
67	—	13 3	12 1	52 2	74	08 1	—	—	07 1
65	88 1	84 3	—	15 2	72	19 1	19 1	—	20 1
64	—	69 2	—	91 3	71	47 2	54 4	30 2	46 4
63	92 1	—	—	—	70	63 1	57 2	—	62 2
61	—	72 1	—	94 2	68	32 1	40 2	—	35 1
59	—	39 2	—	73 1	66	37 1	34 1	—	35 1
55	97 1	33 3	—	41 1	65	22 1	24 1	—	—
55	77 1	—	—	98 1	61	50 1	49 2	—	—
54	15 1	16 3	—	77 2	60	37 1	30 1	—	—
53	52 1	35 3v	—	13 2	58	—	44 2	—	—
52	27 1	—	—	52 1	56	45 1	26 2v	—	—
50	98 1	93 1	—	24 1	54	10 1	06 2	—	—
48	80 1	79 3v	—	95 1	49	52 1	55 2	46 1	—
				81 3	48	66 1	74 1	—	—

Exner u. Haschek			Exner u. Haschek			Exner u. Haschek		
Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Bogen	Funke		Bogen	Funke	
[25]	[23]	[25]	[25]	[25]		[25]	[25]	
4946 —	61 2	—	4850 21 1	22 1		4763 92 2	93 1	
44 60 2	62 4	58 1	49 89 1	91 1		59 92 1	92 1	
43 87 1	81 2	—	47 79 4	82 2		58 53 1	52 1	
43 46 2	44 3	42 1	46 53 2	56 1		57 83 3	87 2	
41 41 1	08 1	—	45 47 3	52 1		56 12 1	12 1	
40 —	34 1	—	43 02 2	—		55 51 2	51 1	
39 12 2	10 2	—	39 61 1	62 1		53 64 1	66 1	
34 —	09 2	—	38 42 1	5 1 u		52 80 1	80 1	
30 —	67 2	—	36 66 2	67 1		51 54 1	56 1	
28 07 1	06 2	—	35 63 2	63 1		49 50 1	51 1	
24 27 1	22 1	—	34 02 2	—		49 22 1	22 1	
19 89 1	72 1 v	—	22 53 3	55 1		48 22 1	23 1	
15 67 2	62 2	—	22 11 1	12 1		47 18 3	12 2	
15 30 2	—	—	21 17 1	07 1		44 91 3	93 2	
14 94 2	89 3	92 1	20 61 2	—		42 —	47 1	
09 97 1	88 2	—	20 02 2	03 1		42 22 1	30 1	
08 12 1	04 1	—	18 55 1	55 1		41 62 2	62 1	
04 85 1	71 3	—	18 27 1	32 1		39 49 3	51 2	
01 67 1	53 2	—	12 49 1	52 1		39 12 1	12 1	
4899 91 2	86 4	—	08 57 1	61 1		37 24 4	24 3	
98 32 1	23 2	—	07 66 1	67 1		35 32 1	15 1	
97 82 1	80 2	—	06 22 1	19 1		33 52 2	33 1	
97 12 1	08 1	—	05 93 2	93 1		30 10 2	09 2	
96 0 1 u	5.95 1	—	00 93 2	93 1		27 60 1	62 1	
95 6 1 u	48 2	—	4797 41 1	37 1		26 84 1	84 1	
94 75 1	—	—	95 57 2	57 1		25 11 3	03 2	
93 96 2	91 4	92 2	95 22 2	21 1		24 84 2	—	
91 83 1	79 3	82 1	93 33 1	33 1		24 30 2	32 1	
91 30 1	—	26 1	93 14 1	17 1		23 33 2	32 1	
89 57 2	57 1	—	88 27 1	29 1		22 74 1	75 1	
87 1 1 u	09 1	—	87 16 1	17 1		22 31 2	30 1	
86 17 1	13 1	—	86 54 2	—		19 52 1	49 1	
85 27 1	20 2	—	84 77 2	81 1		17 35 2	37 2	
82 47 4	42 5	43 3	83 97 2	97 1		14 38 2	32 2	
77 60 1	45 2	—	82 23 1	22 1		14 00 3	00 3	
74 00 2	3.94 4	3.95 1	81 72 1	79 1		12 46 1	43 1	
72 92 1	81 1	—	78 26 2	—		10 02 1	9.98 1	
68 62 1	57 2	—	77 22 1	22 1		07 94 2	92 1	
66 44 1	36 2	37 1	76 35 1	37 1		07 26 2	22 1	
65 12 1	11 2	12 1	76 24 1	29 1		07 02 1	01 1	
63 —	68 2	—	75 81 1	78 1		06 43 1	43 1	
63 20 2	19 3	—	75 44 1	47 1		05 35 1	32 1	
62 52 1	50 2	—	74 78 1	82 1		04 01 2	00 1	
61 72 1	74 1	—	73 92 4	93 3		02 72 2	71 1	
59 46 2	—	53 1	68 77 2	78 2		02 02 2	00 1	
58 71 2	—	72 1	68 21 1	20 1		01 46 2	44 1	
58 59 2	—	—	65 76 1	87 1		4696 77 1	73 1	
52 66 2	—	—	65 28 1	28 1		93 52 1	55 1	
50 88 1	—	87 1	64 77 1	77 1		94 38 2	39 1	
50 72 1 u	—	72 1	64 43 1	07 1		94 37 1	39 1	

Exner u. Haschek				Exner u. Haschek				Exner u. Haschek				Klein	
Bogen		Funke		Bogen		Funke		Bogen		Funke		Bogen	
[25]		[25]		[25]		[25]		[25]		[25]		[27]	
4692	02	2	05	1	4624	90	3	90	4	4554	HH	1	
90	51	1	52	1	24	35	1	37	1	54	50	2	61 2
90	17	1	17	1	24	22	1	22	1	54	02	1	05 1
89	48	1	47	1	23	47	1	47	1	57	39	1	40 1
88	89	2	89	1	21	7	1 u	7	1 u	57	02	1	02 1
87	61	1	61	1	18	95	1	97	1	55	42	2	41 3
86	76	2	77	2	15	21	2	16	1	54	54	1	53 1
85	21	2	22	1	13	02	2	02	2	53	04	1	06 1
84	61	4	61	3	11	55	2	55	2	51	31	3	31 3
83	08	1	07	1	10	45	1	46	1	50	31	2	32 2
81	01	2	01	1	08	74	1	75	1	49	63	2	64 2
80	47	1	45	1	08	47	2	48	1	48	88	2	HH 1
80	12	3	12	2	06	41	4	40	5	46	04	2	
78	61	1	62	1	05	47	1	49	1	45	43	1	
78	03	1	00	1	04	21	1	22	1	44	05	3	03 3
74	49	1	45	1	01	37	1	40	1	39	73	10	73 5
71	42	1	38	1	00	74	1	76	1	39	06	2	06 2
70	92	1	91	1	4599	02	1	02	1	37	89	2	HH 2
70	76	2	72	2	97	16	1	16	1	36	80	2	89 2
70	12	1	09	1	96	95	1	97	1	32	47	2	48 2
69	51	2	50	2	93	93	10	94	10	28	47	10	46 5
68	70	1	70	1	91	11	2	12	3	27	34	10	35 5
65	28	1	27	1	90	18	1	19	1	23	08	3	09 5
64	11	1	12	1	89	37	1	38	1	21			
63	22	2	22	2	89	14	1	17	1	20			
61	64	2	00	1	88	38	2	41	1	19	54	3	54 3
59	95	1	98	1	84	18	1	15	1	18	02	1	02 1
59	41	2	39	2	83	07	1	05	1	15	33	2	33 2
58	37	1	36	1	82	49	5	48	4	11	65	2	
57	35	1	32	1	81	07	1	08	1	10	93	2	
57	22	1	20	1	79	23	2	21	3	10	14	2	171 2
57	08	1	02	1	78	76	2	76	2	09	19	3	176 41
56	02	1	5.98	1	76	78	1	77	1	08	08	2	084 4
54	30	3	25	2	76	44	2	46	1	06			416 4
50	52	2	49	1	75	76	1	76	1	00	35	2	344 4
49	89	1	85	1	72	77	2	78	2	4497	35	3	349 5
48	82	1	97	1	72	27	10	28	10	96	25	2	226 41
47	36	1	39	1	71	47	1	47	1	95	33	2	389 4
47	24	1	25	1	70	63	1	65	1	94	23	2	296 4
44	22	2	21	2	69	65	2	66	2	86	39	4	909 9
43	77	1	77	1	67	33	1	39	1	85	52	2	517 3
42	28	1	24	1	67	12	1	15	1	84	79	2	818 4
41	06	1	00	1	65	34	4	33	4	83	39	4	900 7
40	47	1	42	1	65	24	2	26	1	79	34	4	357 3
38	75	1	73	1	64	76	1	76	1	74	65	1	701 3
36	72	1	72	1	63	35	1	35	1	72	70	3	716 6
33	58	1	59	1	63	02	1	00	1	71	23	5	240 31
32	30	3	29	1	62	34	10	34	10	67	53	3	527 5
30	79	1	80	1	61	56	1	56	1	64	70	2	702 4
28	15	10	15	10	60	95	4	96	3	64	18	1	176 4
26	47	1	17	1	60	26	5	28	5	63	39	4	411 6

Klein		Exner u.		Klein		Exner u.		Klein		Exner u.	
Bogen		Haschek		Bogen		Haschek		Bogen		Haschek	
[37]		Funke		[37]		Funke		[37]		Funke	
		[25]				[25]				[25]	
4461	198 6	13	4	4881	781 4	78	2	4909	588 8	—	
60	212 10	21	10	80	082 3	08	2	06	725 8	76	4
55	654 3	64	1	75	98 8	92	3	05	142 6	14	3
54	988 3	98	1	75	178 3	18	1	04	723 4	74	1
54	—	75	2	73	819 6	82	3	04	279 3	31	1
52	560 2v	57	2	73	219 3	23	1	02	656 3	68	1
50	735 7	74	4	72	400 4	41	2	00	864 3	85	1
49	636 3	60	2	69	242 4	23	2	00	833 8	34	4
49	835 9	33	4	68	231 4	20	2	4299	364 6	36	2
44	703 6	68	4	67	570? 5	54	1	99	095 3	08	1
44	397 6	38	3	67	001 4	6.98	2	96	784 7	72	8
43	752 4	73	2	64	659 3	63	5	96	680 9	—	
40	885 4	86	1	61	655 6	65	2	96	375 3	87	1
39	247 3	22	2	61	358 3	35	1	96	074 6	09	2
37	614 4	59	2	60	441 3v	44	1	94	756 3	80	1
34	—	93	2	60	172 4	16	2	92	788 4	78	1
30	000 2	00	2	59	070 4	06	2	92	585 4	70	1
29	272 7	25	5	57	907 3	91	1	89	938 9	93	6
28	441 5	43	3	56	751 3	77	1	89	457 5	48	2
27	922 6	91	3	54	876 3v	87	1	88	670 1	68	2
27	075 5	07	3	53	500 3	43	3	86	920 5	—	
23	682 5	67	3	53	369 5	—		85	370 6	39	3
23	447 3	—		52	—	71	3	81	157 3	14	1
19	297 3	28	1	50	501 3	48	1	80	997 3	1.03	1
18	782 7	80	5	49	788 3	80	4	80	142 4	17	1
16	907 4	87	3	48	190 3	19	1	78	367 5	37	2
13	808 2	81	2	47	599 3	63	1	75	566 4	54	1
13	198 3	21	2	46	480 3	40	1	73	445 3	49	2
12	028 4	08	2	45	960 5	90	2	70	720 6	74	3
10	763 4	76	2	44	303 3	33	1	70	193 6	20	3
10	645 5	67	2	43	532 3	61	1	69	234 4	25	2
08	864 3n	86	2	42	484 3	49	1	67	321 3	29	1
07	280 4	28	2	42	143 3	15	1	64	373 3	39	1
05	478 4	48	1	39	817 6	80	4	63	423 4	43	2
03	304 3	32	1	37	776 9	74	4	61	166 3	17	1
00	872 3	88	2	36	253 6	24	3	59	749 4	77	1
00	542 3	53	2	34	369 3	39	1	57	121 4	14	1
4899	205 6	21	3	32	710 5	73	3	56	159 5	16	2
98	789 5	79	2	31	762 4	79	3	55	993 4	—	
96	585 3R	58	2	30	446 6	45	3	55	787 3	78	3
94	782 3	78	2	28	328 3	31	1	54	782 3R	74	1
93	192 4	20	2	24	790 5	32	3	53	369 6	38	2
91	668 3	64	3	24	596 3	—		51	861 3	87	1
90	281 4	30	2	20	726 3	75	3	48	672 3	65	6
88	010 3	7.98	2	17	332 4	31	2	46	719 7	70	3
87	063 3	03	1	15	411 3	36	2	45	975 6	93	5
86	—	80	2	11	594 4	60	2	45	881 3	—	
86	703? 5	69	2	10	701 5	71	2	43	763 3R	74	1
86	372 3	36	1	10	392 4	33	1	42	726 7	74	3
82	178 3	17	5	09	742 7	76	3	42	012 4	04	1

		Klein Bogen	Exner u. Haschek Funke			Klein Bogen	Exner u. Haschek Funke			Klein Bogen	Exner u. Haschek Funke
		[37]	[25]			[37]	[25]			[37]	[25]
4239	909	9	98 5	4185	808	9	59 10	4117	018	5	6.99 8
89	656	8	—	63	527	4	54 4	15	878	7	87 5
86	856	4	85 1	62	632	4	68 2	14	144	2	14 2
86	021	4	01 1	61	172	8	18 2	18	727	4	74 2
84	218	2	23 2	60	181	2	19 2	11	40	5u	89 8
83	197	8	22 1	60	114	2	—	10	841	8	87 1
82	561	4	—	59	086	5	04 4	10	883	5	87 8
82	050	4	04 1	55	585	8	58 2	09	548	8	55 1
81	749	5	78 2	54	048	2u	—	08	256	8	24 1
28	298	8	30 1	58	188	4	14 1	07	795	8	80 1
27	748	7	77 4	51	975	8	2.08 10	07	425	7r	45 4
23	884	4	91 1	50	918	5	98 8	06	881	5R	88 8
22	604	10	64 5r	49	989	10R	98 10	06	187	8	18 2
21	171	8	17 1	48	904	4	91 8	05	00	8v	00 4
20	496	2u	—	48	164	2	19 2	04	431	8	45 1
17	590	6	55? 8	48	888	8	25 4	02	871	8	89 2
14	040	5	04 2	44	992	6	5.04 8	01	775	7	77 5
13	085	8v	08 1	44	490	6	51 8	4099	747	3	74 2
09	995	8	0.04 1	42	828	8	83 2	98	991	4	99 2
09	409	4v	48 2	42	894	7	44 5	98	988	5	98 2
04	787	8R	74 1	38	856	8	86 2	98	298	8	—
02	947	8	94 5	38	102	8	10 2	92	728	4	74 2
01	824	2	29 4	37	644	9	68 10	92	089	8	10 1
01	241	4	—	37	478	4	—	90	960	4	96 2
4188	722	5	69 6	36	899	2	85 2	90	474	8	50 2
98	488	4	42 1	35	89	2u	90 2	89	868	8	—
98	000	5	7.99 2	35	427	4	45 8	89	747	8	76 2
97	671	4	67 1	33	801	10	88 10	89	008	8	—
97	515	8	59 1	32	680	8	65 1	88	880	6	90 2r
96	888	8	82 4	32	818	8	80 1	87	671	8	55 2
95	821	8	82 1	31	097	5	11 4	87	871	8	82 2
94	908	4	88 8	30	707	6	69 4	87	805	4	—
93	874	5	86 8	29	177	2	15 2	86	441	8v	46 2
93	284	6	29 4	28	884	4	88 8	85	246	7	26 8
93	105	7	05 4	28	087	4	08 8	83	634	4	6 8
91	082	2	04 2	27	752	6	77 2	83	489	4	—
90	621	5	63 2	27	871	9	86 4	83	237	10	25 5
87	824	6	83 8	26	658	8	65 1	81	224	9	25 4
86	598	10	55 10	24	797	6	77 4	80	568	2	—
85	834	5	85 8	23	875	8	86 5r	80	449	5	50 8
81	081	5	09 8	23	498	6	50 8	79	882	4	70 2
78	706	5	67 8	23	287	5	—	78	609	8	57 8
76	082	8	06 1	20	885	6	85 8	78	510	4	—
75	286	8	24 1	19	890	5	85 8	78	881	7	80 8
74	477	8	45 1	19	792	4	—	77	479	6	45 2
69	880	6	84 5	19	014	4	00 8	76	243	5	26 2
69	775	8	80 8	18	148	7u	15 6	75	855	7	86 8
67	809	4	—	17	996	2	—	75	711	7	70 8
66	882	6	87 5	17	587	5	60 8	74	797	8	—
66	655	8	69 1	17	292	4	80 2	73	754	5	80 8

Klein		Exner u.		Klein		Exner u.		Klein		Exner u.	
Bogen		Haschek		Bogen		Haschek		Bogen		Haschek	
[37]		[25]		[37]		[25]		[37]		[25]	
4078	485 9	46	4	4015	873 6	87	2	3964	499 6	51	2
72	299 6	93	2	14	894 7	90	4	64	185 4	18	2
71	355 2	80	3	12	382 10	43	10	63	371 3	40	1
71	081 3r	14	1	10	131 3	15	2	62	079 4	08	2
70	852 3u	—		09	087 3R	10	1	61	—	56	2
70	098 2	15	3	07	582 5	70	2	60	912 7	98	3
68	844 6	86	3	05	635 6	65	2	60	375 3	40	1
68	453 3	49	2	04	579 4v	58	1	59	795 4r	32	1
67	290 5	30	3	03	768 7	80	4r	59	610 4	70	1
66	508 3	55	2	02	969 4	86	2	58	865 5	86	2
65	167 3	20	2	01	821 5	75	2	58	280 6	25	2
64	910 3	92	1	01	723 5	—		57	963 4	97	2
63	913 3	98	1	01	561 4	53	2	56	898 4	90	1
62	949 3	3.00	3	01	240 4	—		56	282 9	29	3
62	229 5	26	4	01	048 4	08	1	56	049 6	—	
60	473 4	52	2	00	676 2	75	1d	55	917 4	—	
58	253 4	29	1	3999	284 10	25	6	55	364 6	36	2
56	901 4	92	2	97	712 4	71	2	53	957 4v	97	1
55	889 3	85	1	97	472 3	—		53	661 5	66	2
55	155 3	20	1	96	474 4	4	1	52	568 9R	60	8r
54	994 6	98	3	94	581 4	—		52	109 3	13	1
53	510 7	55	4	93	818 9	84	4	51	622 3	65	1
52	058 2	05	3	92	911 6	90	2	50	436 5	47	1
51	998 3	—		92	387 9	37	3	49	817 3	33	1
51	428 5	45	2	92	131 3	15	1	49	412 5	—	
50	822 3	85	2	91	328 3	30	1	47	975 5	99	2
49	038 3	05	1	90	693 4	70	1	46	708 3	70	1
47	276 4	31	1	90	411 3v	—		44	920 4	39	2
46	842 6	36	4r	90	106 5	11?	1	44	099 3v	—	
45	322 2	—		89	442 6	43	3	43	891 3	90	3r
45	227 4	25	4	86	400 3	40	1	43	142 5	15	1
42	538 7	58	5	84	679 3	67	3r	43	002 3	—	
41	271 3	30	1	83	387 6	29	3	42	751 10	75	5
40	760 9	76	3	82	901 7	91	3	42	156 3	20	4
39	878 3	90	1	82	169 3	—		40	973 5	99	3
38	—	25	2	80	894 7	90	3r	40	685 3v	6	1
37	687 5	67	2	79	940 3	96	1	40	341 9	34	3
37	382 3	40	1	78	649 7	65	3	39	662 3	65	1
31	336 7	33	4r	77	801 4	77	2	39	528 3v	55	1
30	349 4	35	2	75	—	54	2	38	083 7	08	2
30	163 4	20	1	75	086 6	—		37	309 3	78	1
28	408 3	40	4r	72	070 6	06	2	35	704 3	—	
27	870 2	8	2	71	873 3	—		33	723 10v	—	
27	696 3	70	3	71	636 7	—		32	146 4	16	2
25	145 5	16	2	70	648 5	65	1	31	831 5	31	2
24	493 7	52	5	70	045 4	04	2	31	871 6	35	2
22	273 5	29	2	68	463 3	—		31	092 3	06	2
19	892 4	90	2	67	531 3	55	1	30	802 4	78	1
19	054 5	05	2	67	177 4	13	2	29	962 3	95	1
17	592 2	58	2	67	043 7	6.94	2	29	121? 3	07	1

Klein Bogen		Exner u. Haschek Funke	Klein Bogen		Exner u. Haschek Funke	Klein Bogen		Exner u. Haschek Funke
[37]	[25]		[37]	[25]		[37]	[25]	
3773	198 2	—	3722	099 3	15 1	3671	941 4	97 1
72	650 4	65 1	21	949 4v	—	70	516 3	55 1
71	605 6	60 2	19	794 3	83 1	68	727 4	74 1
70	765 5	78 2	18	377 6	41 3	67	980 9	8.00 3
69	940 4	96 2	18	191 6	20 2	67	279 3	29 1
69	048 5	05 1	16	932 4	93 1	66	023 4	—
68	777 5	77 2	16	365 9	38 3	63	705 3	70 1
66	507 4u	50 1	15	469 4	49 1	62	48 3u	—
66	061 3	—	15	142 3	15 1	61	741 3	75 1
65	888 3	90 1	14	779 4	80 1	60	640 7	67 2
65	046 4	04 2	14	518 3	—	60	149 4	15 2
64	118 8	17 3r	13	990 3	4.00 1	59	977 6	98 2
63	612 3	65 1	11	783 3	—	59	227 6	25 2
62	977 5	99 3	09	932 3	98 3	58	258 3	2 1
60	698 3	73 1	09	582 3	—	57	679 3v	—
59	754 4	—	09	287 8	33 3r	56	752 3	7 1
57	861 4	86 1	08	080 3	—	55	848 10	85 3
57	—	71 2	07	395 4r	42 1	54	932 3	91 1
57	218 4	—	08	938 4	98 1	53	669 7	68 2
55	790 3	—	05	049 3	02 2	53	109 5	12 2
55	718 4	71 2	04	976 4	—	52	110 3	12 1
55	421 5	42 2	02	786 5	82 1	50	380 4	39 2
54	485 5	51 1	3699	917 6	92 1	50	197 3	16 1
53	763 4	80 1	99	181 3	20 1	47	943 9	98 2
52	848 5	86 2	98	649 5	69 1	47	541 3	—
51	444 4	45 2	98	369 4	38 1	46	963 7	98 2
50	076 3r	12 2	98	135 3	13 1	46	651 4	65 1
48	059 5	08 3	97	669 5	69 1	45	452 4	46 1
46	873 2	39 2	96	123 3	10 1	45	23 5u	25 1
46	257 2	10 1	95	957 3	6.00 1	44	293 3	30 1
41	722 3	80 1d	94	910 5	92 1	42	323 3	8 1
41	393 3v	43 1	93	712 3	75 1	41	551 3	60 1
40	129 4	16 1	93	435 4v	44 1	40	637 3	7 1
37	784 4	74 2	89	631 3	—	38	252 5	29 1
37	528 3	60 1	89	157 3	18 1	35	916 7u	—
33	526 4	55 1	88	673 3	66 1	33	389 3	—
31	874 4	91 1	87	800 3	81 1	32	093 4	09 1
30	388 4	39 1	86	267 3	80 1	31	191 6	20 1
29	915 4	97 1	86	046 3	—	30	419 4	44 1
28	998 3	9.0 1	82	084 6	10 1	29	800 3	—
28	421 7	46 3r	81	372 4	40 1	28	613 4	—
28	177 4	15 1	80	858 4	87 1	28	252 4	25 1
28	022 6	02 2	80	088 4	12 1	25	363 3	—
27	628 6	—	79	425 6	43 2	24	151 6	—
26	963 4	99 1	79	157 4	16 1	23	340 7	31 3
26	457 5	43 1	76	150 5	16 1	22	411 3	35 1
25	674 6	70 2	74	137 3	15 1	22	149 6	15 2
24	637 5	68 1	73	636 4	63 1	21	155 3	15 1
22	761 4	80 1	72	790 6	81 2	19	950 3	—
22	289 4	31 1	72	136 5	21 1	19	396 3	—

Klein Bogen				Exner u. Haschek Funke				Klein Bogen				Exner u. Haschek Funke				Klein Bogen				Exner u. Haschek Funke			
[37]				[25]				[37]				[25]				[37]				[25]			
3616	204	4		20	1d?			3584	048	7		06	2			91	699	3					
18	700	10R		71	2			32	871	3		85	1			90	132	5		14	1		
12	847	3		35	1			32	602	3		59	1			8488	559	7		54	1		
11	848	3		36	1			30	948	3		92	1			87	164	3					
09	690	7		69	3			30	680	3						86	882	3					
07	627	6		65	2			30	018	5		02	1			86	80	3					
04	199	4		21	1			28	63	3v		60	1			86	277	3					
03	360	3		35	1			27	845	4		81	1			85	060	3		06	2		
01	287	3						26	679	5		68	1			84	747	4		78	1		
00	580	5		61	1			21	878	6		86	2			83	824	3v					
3599	972	4		0.01	1			20	978	4						82	855	6		88	1		
98	190	5		21	1			20	522	6		52	1			82	139	5		16	1		
96	108	4		12	1			19	725	3r		75	1			80	976	4		1.01	1		
90	595	7		62	2			19	073	5		04	1			80	382	4		34	1		
88	424	4		46	2			18	871	4		35	1			80	279	3					
87	389	4		65	2			18	037	3						79	603	5					
84	33	4u		34	1			17	382	7		37	2			79	030	3					
83	653	3		68	1			15	778	5		7	1u			77	990	3					
80	776	4		80	1			15	634	5						77	452	3u					
80	562	4		60	1			11	586	4		60	1			76	839	6		36	2		
77	448	3		46	4r			10	634	5		7	1			76	359	4					
76	224	6		25	1			09	728	3						74	783	3					
75	682	3v						09	262	3						74	218	6		26	1		
73	701	4		71	1			08	707	4		71	1			73	303	3					
72	419	4		42	1			08	465	4		47	1			73	131	3u					
70	971	3						07	944	3		35	1			72	021	4					
69	305	3		29	1			06	727	3						70				90	5		
68	313	3						06	253	5						70	403	4					
68	119	4		18	1			05	173	3						69	401	3					
67	154	3						04	516	3		60	3			68	997	3					
63	311	3		30	1			03	981	3						68	889	4					
62	090	3						03	060	4		06	1			68	119	5		11	1		
60	795	3		34	4r			02	592	3						67	781	4		33	1		
58	690	3						02	646	3						66	949	4					
54	993	6		5.00	2			01	312	4						65	419	3u					
54	627	3		64	1			01	596	4						64	991	4		93	1		
52	716	5		73	1			01	453	6		49	1			64	382	4					
51	651	4		87	2			00	834	3						64	214	4					
51	421	3		41	1			00	634	5		74	1			64	180	6		17	1		
48	822	3		33	1			00	001	5						63	783	5		78	1		
46	997	3		7.02	1			3497				77	2			63	222	5		26	1		
46	132	4		20	1			97	315	3						61	791	4					
45	598	3		64	1			96	326	5		38	1			61	352	5					
44				02	3			95	944	4		97	1			60	164	5					
43	506	4						95	484	4						59	836	5					
41	648	3						95	008	5						59				37	4		
39	072	7		08	2			94	655	4						58	336	6					
37	432	7		4	1			93	731	5		8	1			57	564	3v					
37	142	3		1	1			93	110	4		1	1			57	177	4					
36	683	3		69	1			92	257	3						56	771	3		77	1		

Klein		Exner u.		Klein		Exner u.		Klein		Exner u.	
Bogen		Haschek		Bogen		Haschek		Bogen		Haschek	
[37]		[25]		[37]		[25]		[37]		[25]	
3454	802 4	37 4		3406	216 3	—		49	967 5	—	
53	243 3r	—		06	980 7	96 1		46	511 4	—	
52	628 3	—		04	911 6	5.0 1		44	760 7	77 2	
51	563 3	65 1		04	128 3	—		3843	861 6	86 1	
48	285 3	—		03	602 5	—		41	873 6	87 1	
46	723 5	—		00	251 4	—		40	882 4	—	
45	607 3	—		3398	717 3	—		40	307 3	—	
43	525 3	62 3		97	074 3	—		39	797 3n	—	
42	953 3	—		96	722 3	—		39	507 4	—	
42	383 7	40 1		90	567 3	—		36	864 4	—	
41	398 3	—		90	510 5	—		35	685 3	—	
41	208 7	21 1		89	832 3	—		34	449 6	44 1	
39	381 6	81 1		89	636 3	—		34	278 3	—	
37	814 4	—		87	775 4	—		33	899 3	—	
37	326 4	—		85	340 3r	—		33	657 5	—	
36	304 4	—		83	879 6	51 1		33	084 5	—	
35	206 3r	—		83	389 3	—		31	792 3	—	
33	686 4	—		82	509 3	—		31	223 3	—	
33	568 4	—		81	484 4	52 1		30	481 4	—	
33	078 6	08 1		79	172 5	19 1		29	002 5	—	
31	494 3	—		78	816 3	—		27	903 3	—	
31	016 3	01 1		78	185 3	—		26	944 3	—	
30	844 5	—		77	125 7	17 2		25	831 3	28 1	
30	315 6	80 1		75	773 4	73 1		24	982 3	—	
29	369 3v	—		75	132 3	—		23	288 3	—	
28	698 3	—		74	155 3	—		20	424 3	—	
27	294 3	31 2		73	731 6	73 1		18	964 5	—	
27	125 3	—		73	457 6	46 1		17	795 6	34 1	
26	580 4	—		71	173 6	19 1		15	114 3u	—	
26	206 3	18 1		68	788 4	76 1		14	725 7	—	
25	942 4	—		68	691 5	—		14	080 5	—	
25	341 1	—		66	552 7	56 1		13	299 4	—	
23	843 5	88 1		65	828 3v	—		12	219 6	21 1	
22	703 7	71 2		64	318 4	—		11	495 5	—	
22	483 3	—		64	337 5	—		10	880 4	—	
20	175 3	21 1		61	856 3	33 1		09	268 3	—	
18	925 4	—		61	763 7	—		08	078 4d	—	
17	451 7	44 1		61	554 3	—		08	017 5v	—	
16	859 6	86 1		61	230 3u	—		07	227 5	—	
16	586 5	58 1		60	539 6	55 1		06	628 5	—	
15	616 4	—		58	492 3	—		04	837 7	89 1	
14	767 5	—		57	211 7	22 1		03	766 3	—	
14	309 3	—		56	411 6	—		03	223 3	—	
13	326 4	—		55	009 7	—		00	151 5	19 1	
12	333 4	—		53	941 3	—		3299	991 4	—	
11	832 4	—		53	319 4	27 3		98	342 4	—	
10	215 3	—		52	930 3	—		96	879 5	91 1	
08	796 3	—		52	936 4	—		96	181 5	—	
07	684 6	—		52	280 4	—		95	231 6	34 1	
07	241 4	23 1		51	516 3	—		93	594 4	—	

		Klein Bogen	Exner u. Haschek Funke			Klein Bogen	Exner u. Haschek Funke			Klein Bogen	Exner u. Haschek Bogen
		[37]	[25]			[37]	[25]			[37]	[25]
3290	584	3	—	3223	366	3	—	3147	334	3	—
90	342	4	—	22	407	3	—	47	—	—	02 2
89	283	4	—	21	172	7	22 1	46	412	6	37 1
88	768	3	—	20	873	3	—	46	163	3	—
86	023	5	—	18	945	6	98 1	45	243	6	25 1
85	227	6	25 1	18	377	5	—	44	595	5	55 1
84	217	4	—	16	721	3	—	43	—	—	98 2
83	678	4	—	15	088	4	—	42	308	3	—
83	352	4	—	12	481	3	—	41	—	—	33 2
80	483	4	—	11	333	3	—	38	210	3 v	—
79	841	6	86 1	10	951	5	—	37	601	4	—
79	007	5	—	07	624	3	—	36	719	5	—
78	351	3	—	05	960	3	—	35	178	4	—
76	252	4	—	01	712	7	77 1	33	322	4	34 1
74	863	6	87 1	01	108	5	—	30	917	4	92 1
72	252	7	28 2	3199	276	4	—	30	476	4	—
71	966	3	—	95	932	4	—	30	337	5	4 1
71	548	5 v	—	95	542	3	—	29	305	4	—
71	150	4	—	94	821	7	86 1	27	529	5	—
70	688	3	—	94	102	3	—	23	552	4	—
70	129	3	—	91	189	3	—	21	—	—	68 3
65	823	3	—	90	385	2	—	11	224	4	—
65	565	3	—	90	339	3	—	11	162	4	10 1
65	427	3	—	89	635	4	—	10	—	—	58 2
63	882	5	—	88	785	6	—	10	279	5	—
63	447	4	—	87	665	3	—	08	982	3	—
60	974	5	1.1 2	86	124	5	20 1	07	484	4	50 1
59	784	3	—	84	618	3	—	04	001	3	—
58	872	4	—	84	208	4	—	03	367	6	40 1
56	679	3	—	83	524	6	57 1	02	559	4	—
54	013	5	—	78	752	4	—	3096	350	311	—
52	432	4	49 1	78	432	3	—	96	501	4	—
49	427	3	—	77	132	3	—	95	579	3	—
49	184	4	—	76	794	4	—	93	338	3	—
46	672	5	—	72	299	4	—	91	292	3	—
45	544	3	—	71	618	611	67? 1	90	512	4	—
45	168	3	—	69	181	6	24 1	90	369	5	—
44	946	3 R	—	67	912	3	—	87	171	3 v	—
43	370	6	42 1	67	319	3	—	85	—	—	07 2
36	788	6	77 1	67	225	3	—	84	488	5	44 1
34	89	3 u	97 1	66	604	4	—	83	670	5	—
34	160	7	22 1	66	249	5	—	82	300	3	—
33	442	3	—	64	151	6	24 1	80	639	3	—
31	240	7	80 1	55	792	5	75 1	79	639	4	—
30	282	3	—	55	702	4	—	77	640	3	—
29	362	4	—	54	506	3	—	77	329	3	—
29	126	3	—	51	136	3	—	72	883	4	—
27	113	5	18 1	49	419	4	—	71	615	4	—
25	680	5	—	48	643	4	—	71	110	4	—
23	913	3	—	43	457	4	—	69	644	3	—

Klein Bogen		Exner u. Haschek Funke	Klein Bogen		Exner u. Haschek Funke	Klein Bogen		Exner u. Haschek Bogen
[37]		[25]	[37]		[25]	[37]		[25]
3068	677 3	—	2970	313 3	—	2666	492 3	—
63	011 6	02 2	67	104 3	—	51	013 4	02 1
57	—	59 2	64	802 3	—	35	154 4	2 1
57	—	20 2	59	106 3	—	13	899 4	—
58	778 5	—	55	942 4	—	09	509 3	—
58	—	54 2	55	603 3	—	03	—	68 3
55	—	59 4	51	300 3	—	2578	—	31 1
55	241 3	—	50	311 3	—	75	951 2	—
51	977 5	2.08 1	40	787 3	—	69	899 2	—
50	585 3	—	25	136 3	—	48	—	79 1
46	712 3	—	22	369 3	—	32	—	02 1
41	615 3	—	18	662 3	—	18	509 2	—
39	514 3	—	16	681 3	—	2497	—	58 1
35	862 3v	—	08	419 3	—	83	—	86 1
32	728 3	—	2896	735 4	—	79	—	48 1
31	—	59 3	94	216 3	—	77	—	31 1
30	310 4	—	82	609 3	—	69	—	97 2
28	959 3	—	80	649 3	—	54	—	38 1
28	619 3	—	74	135 3	—	39	—	32 1
23	881 5	—	62	787 3	—	31	—	52 2
23	435 3	—	61	623 3	—	2380	—	21 2
20	880 3	—	61	354 3v	—	77	—	53 1
17	196 4	17 1	58	014 3	—	77	—	17 1
08	788 4	—	54	669 3	—	72	—	38 2
08	561 3	—	54	492 3	—	67	—	32 1
02	743 4	—	49	035 3	—	62	—	62 1
02	136 3	—	45	458 3	—	50	—	16 2
2999	203 3	—	39	364 3	—	37	—	72 1
98	770 3	—	35	605 3	—	24	—	40 1
95	644 4	65 1	33	304 4	—	18	—	69 2
90	872 4	—	30	897 4	—	17	—	38 1
85	825 3	—	17	493 3	—	02	—	12 1
81	903 3	—	14	956 3	—	03	—	66 1
81	447 5	—	14	802 3	—	2287	—	34 1
80	411 3	—	2791	418 4	—	64	—	93 1
77	461 4	—	84	275 3	—	42	—	38 1
76	904 4	90 1	62	217 3	—	28	—	08 1
75	940 4	—	61	415 3	—	27	—	89 2
74	607 3	—	36	327 4	—	25	—	13 2
74	484 3	—	2696	080 4	—	22	—	07 1
72	583 3	—	95	981 3	—	2187	—	67 1

-Röntgengebiet. X. K. ¹⁾.

L	Hjalmar II [44]	Friman [33]	Hjalmar I [41]	Dauvillier [43]	K	Malmer [31, 35]
α_3	2505.11	2573	2584.76	—	α_2	360
α_1	2556.00	2583	2555.59	—	α_1	355
β_1	2351.00	2359	2350.61	—	β_1	314
β_4	2344.80	2357	2345.11			
β_3	2305.9	2307	2304.58			
β_2	2203.80	2212	2203			
β_7	2196.00	—	—			
γ_1	2044.33	2052	2044	2042.8		
γ_3	1991	2008	1995	—		
γ_7	—	—	—	1980.7		
γ_8	—	—	—	1954.8		
γ_4	—	—	—	1894.4		

Zwischen dem Bogen- und Funkspektrum ist kaum ein Unterschied vorhanden; vielleicht sind die kürzesten Wellen, unter λ 3000 im Funken etwas stärker. Baxandall [24] findet keine enhanced lines.

Paulson [28, 29] glaubt auch in diesem Spektrum Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz ν zu finden, und gibt folgende Liste:

λ	ν	λ	ν
4562.55	78.55	4307.15	1131.27
4578.93		4504.12	
4471.38		4308.89	1131.42
4487.06	78.14	4527.51	
4152.17	78.49	4246.07	1131.37
4165.76		4480.84	
4150.11	78.52	4186.78	1131.43
4163.67		4394.95	
		3952.75	1131.34
		4137.79	

Klein hat mit seinen viel genaueren Messungen diese Ergebnisse nachgeprüft. Er findet für die erste Gruppe die ν zu: 78.61, 78.07, 78.80, 78.62. Nach der Fehlergrenze seiner Messungen, 0.005 Å, müßten diese Zahlen bis auf etwa 0.1 oder mindestens 0.2 konstant sein; es wäre also höchstens das erste und vierte Paar als gleich zu betrachten, und das besagt in einem so linienreichen Spektrum nichts. Etwas besser ist es in der zweiten Gruppe, wo vielleicht drei Paare gleiche Schwingungsdifferenz haben können.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen hat schon Moseley [30] die ersten Messungen an Cer gemacht, die dann bald von Malmer [31] und Friman [33, 34] (vgl. auch Siegbahn [35]) verbessert wurden. In jüngster Zeit hat Hjalmar [41, 44] genauere Messungen veröffentlicht und neben Dauvillier [43] und

1) Die ersten Messungen von Moseley [30] waren

$\alpha = 2567$, $\beta = 2360$, $\gamma = 2315$, $\delta = 2209$.

2) Dauvillier [43] führt noch eine Linie: $\beta_2 = 2155.8$, die indes nach Coster [44] nicht dem Cer zukommt.

Coster [45] die Feinstruktur der L-Serie aufgeklärt. Die gemessenen Zahlen sind in der obigen Tabelle mit der Siegbahnschen Bezeichnung angeführt. Es sind die beiden Messungen von Hjalmar genannt, obwohl die zweite eine Verbesserung der ersten ist, um ein Bild von der bisherigen Unsicherheit der Messungen zu geben, die die Hundertel XE. immerhin unbestimmt läßt.

Auch für die Absorptionskanten des Cers liegen mehrere Messungen vor, die in folgender kleinen Tabelle zusammengestellt sind (A.E.).

Wagner	de Broglie [32]	Blake und Duane [36]	Duane und Kang [38]	Siegbahn und Jönsson [39]	Hertz [40]
K _A 0.298	K _A 0.300	K _A 0.3073	K _A 0.3068	K _A 0.3064	L ₁ 2.158 L ₂ 2.007 L ₄ 1.887

Die Kanten zeigen nach Hertz noch eine Feinstruktur.

CHLOR (Cl = 35,45, Z = 17).

Literatur.

- [65] H. v. Dechend, Spektralanalytische Untersuchung des Glühlichtes an Spitzen. Ann. d. Phys. (4) 30 p. 719–745 (1909).
- [66] L. Ciechomski, Die Absorptionsspektren einiger verflüssigten Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1910.
- [67] G. Stead, On the anode and cathode spectra of various gases. Proc. Roy. Soc. A 85 p. 393–401 (1911).
- [68] G. Stead, On the separation of spectra in compound gases. Phil. Mag. (6) 22 p. 727–733 (1911).
- [69] H. Heurung, Untersuchungen über die magnetoptischen Effekte bei Chlor und Jod. Ann. d. Phys. (4) 36 p. 153–178 (1911).
- [70] J. Franck und P. Pringsheim, Über das elektrische und optische Verhalten der Chlorflamme. Verhandl. Deutsch. Physik. Ges. 13 p. 328–334 (1911).
- [71] R. W. Wood, Bemerkungen zu der A. Heurungschen Arbeit usw. Ann. d. Phys. (4) 37 p. 591–597 (1912) — dazu A. Heurung, ibid. (4) 37 p. 1048–1048 (1912).
- [72] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Dissert. Leipzig 1911. Zs. wiss. Photogr. 10 p. 281–346 (1912).
- [73] G. V. Morrow, The influence of self induction on the spark spectra of non-metallic elements. Proc. Dublin Soc. 18 p. 607–620 (1912).
- [74] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and chlorides. Part. I. Proc. Dublin Soc. 12 p. 202–218 (1912).
- [75] E. Bauer, Recherches sur le rayonnement. Thèse Paris 1912.
- [76] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. — Spectra of elements and compounds excited by nitrogen. Proc. Roy. Soc. A 86 p. 105–117 (1912).
- [77] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl., Bd. III. Leipzig und Wien bei Deuticke 1912.
- [78] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der »Grundspektren« . . . Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145–208 (1913).
- [79] C. da Andrade, Note on a method of observing the flame spectra of halogen salts. Proc. Phys. Soc. 25 p. 230–231 (1913).
- [80] B. Reismann, Die Unterschiede der Polspektren verschiedener Elemente im Geißlerrohr. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 299–312 (1914).
- [81] W. Burmeister, Untersuchungen über die ultraroten Absorptionsspektren einiger Gase. Verhandl. Deutsch. Physik. Ges. 15 p. 589–612 (1913).
- [82] E. v. Bahr, Über die ultrarote Absorption der Gase. Verhandl. Deutsch. Physik. Ges. 15 p. 1150–1158 (1913).
- [83] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univers. Årskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).
- [84] D. L. Webster, The effect of pressure on the absorption of light by Bromine and Chlorine, and its theoretical significance. Physic. Rev. (2) 4 p. 177–194 (1914).
- [85] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298–310 (1914).
- [86] J. Stark und R. Küster, Ein- und mehrwertige Linien des Al, S, Cl, J und des N in den Kanalstrahlen. Ann. d. Phys. (4) 45 p. 29–74 (1914).
- [87] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. Part. II. Phil. Mag. (6) 27 p. 703–713 (1914).

- [88] J. Malmer, Untersuchungen über die Hochfrequenzspektren der Elemente. Dissert. 64pp. Lund. Lindstadts Univ. Bokhandel 1915. — Phil. Mag. (6) 28 p. 787—794 (1914).
- [89] E. v. Bahr, On the quantum theory and the rotation-energie of molecules. Phil. Mag. (6) 28 p. 71—83 (1914).
- [90] N. Bjerrum, Über ultrarote Spektren II. Verhandl. Deutsch. Phys. Ges. 16 p. 640—642 (1914).
- [91] E. H. Nelthorpe, Observations of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. Astrophys. J. 41 p. 16—27 (1915).
- [92] M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente von Na bis Cr. Physik. Zs. 17 p. 318—319 (1916).
- [93] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 13 p. 296—341 (1916).
- [94] H. H. Hughes and A. A. Dixon, The ionising potentials of gases. Phys. Rev. (2) 10 p. 495—514 (1917).
- [94a] J. B. Brinsmade and E. C. Kemble, Proc. Nat. Acad. of sc. 3 p. 420—427 (1917)¹⁾.
- [95] N. v. Peskoff, Über quantitative Lichtfilter im Ultraviolett. Zs. f. wiss. Photogr. 18 p. 285—297 (1919).
- [96] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. Phil. Mag. (6) 37 p. 601—612 (1919).
- [97] M. Siegbahn, Röntgenspektroskopische Präzisionsmessungen. Ann. d. Phys. (4) 59 p. 56—72 (1919).
- [98] E. S. Imes, Measurements on the near infra-red absorption of some diatomic gases. Astrophys. J. 50 p. 251—276 (1919).
- [99] A. Kratzer, Die ultraroten Rotationspektren der Halogenwasserstoffe. Zs. f. Physik 3 p. 289—307 (1920).
- [100] A. Kratzer, Eine spektroskopische Bestätigung der Isotopen des Chlors. Zs. f. Physik 3 p. 460—465 (1920), *ibid.* 3 p. 460 (1920).
- [101] H. M. Randall and E. S. Imes, The fine-structure of the near infra-red absorption bands of the gases HCl, HBr, and HF. Phys. Rev. (2) 15 p. 152—155 (1920).
- [102] H. M. Randall, W. F. Colby, R. F. Paton, A note on the temperature shift in near infra-red bands. Phys. Rev. (2) 15 p. 541—543 (1920).
- [103] H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements magnesium to chromium. Physic. Rev. (2) 16 p. 202—215 (1920).
- [104] W. F. Loomis, Infra-red spectra of isotopes. Phys. Rev. (2) 17 p. 436—437 (1921). — Astrophys. J. 52 p. 248—256 (1920).
- [105] E. C. Kemble, The Bohr theory and the approximate harmonics in the infra-red spectra of diatomic gases. Phys. Rev. (2) 15 p. 95—109 (1920).
- [106] W. F. Colby, Fine structure of the near infra-red absorption bands of the halogen acids. Astrophys. J. 51 p. 230—235 (1920).
- [107] W. F. Colby, Vibrational frequencies of the halogen acid molecules. Phys. Rev. (2) 15 p. 140—141 (1920).
- [108] A. Haas, Rotationspektrum und Isotope. Zs. f. Physik 4 p. 68—72 (1920).
- [109] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Elemente O bis Na. Zs. f. Phys. 1 p. 439—458 (1920).
- [110] W. F. Colby and Ch. F. Meyer, On the absorption spectrum of hydrogen chloride. Astrophys. J. 53 p. 300—309 (1921). — Phys. Rev. (2) 17 p. 268—270 (1921).
- [111] F. L. Mohler and P. D. Foote, Soft X-rays from arcs in vapors. Journ. opt. Soc. 5 p. 328—334 (1921).
- [112] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).
- [113] V. Dolejšek, Sur les lignes $K\alpha$ des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).
- [114] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioact. 18 p. 240—292 (1922); Zs. f. Physik 10 p. 165 (1922).

¹⁾ Diese Arbeit ist uns nicht zugänglich.

Die Kenntnis des Linienspektrums des Chlors beruhte bisher ausschließlich auf der Messung von Eder und Valenta im Geißlerrohr. Nun liegt eine zweite Messungsreihe von Exner und Haschek [77] vor, welche aber durch Funken von Kaliumchlorid — also bei Atmosphärendruck — gewonnen ist. Die Zahlen finden sich in folgender Tabelle, korrigiert auf I.A.

5443.5	1u	4425.5	1u	3917.0	1u	3853.90	1	3320.4	2u
23.44	2	23.7	1u	14.25	2	30.13	1	13.7	1u
5392.05	2	4373.0	2u	3869.0	1u	22.63	1	15.5	1u
5221.3	1u	43.84	5	61.4	5u	12.77	3	3291.1	2u
17.8	1u	36.5	2u	51.6	3u	02.05	4	301.71	1
5078.07	2	07.69	3	46.0	2u	3533.7	1u	35.8	1
4904.67	2	04.09	1	43.8	2u	60.65	2	33.4	1u
4896.62	2	4291.74	2	38	1u	30.00	2	76.7	1u
19.34	10	77.4	1u	33.9	2u	3440.7	1u	61.6	1u
09.92	20	54.1	2u	28.1	2u	33.3	1u	59.2	2u
4794.47	30	4153.1	1u	20.5	1u	22.4	1u	48.5	1u
31.22	3	32.58	10	13.3	2u	04.7	1u	44.8	1u
79.9	1u	4094.4	1u	10.0	2u	3393.48	2	21.1	2u
71.0	1u	59.2	1u	05.4	2u	92.31	2	3191.42	3
68.62	2	39.3	1u	3799.4	2u	77.3	2u	29.5	1u
40.2	1u	26	1u	20.40	1	67.4	1u	23.8	1u
4667.3	1u	13.5	1u	3673.8	1u	53.41	3	3071.3	1u
4572.9	1u	3991.55	2	70.2	1u	40.36	3	2960.5	1u
70.0	1u	42.9	1u	59.7	1u	36.1	1u	36.7	1u
4490.1	1u	21.80	1u	53.35	1	33.8	1u	28.8	1u
31.8	1u								

Beim Vergleich mit der Tabelle von Eder und Valenta (Bd. V, p. 307) fällt der große Unterschied auf: Sehr viele von den stärksten Linien bei Eder fehlen bei Exner, z. B. eine mit der Intensität 10, fünf mit Intensität 8, 13 mit Intensität 5. Der Grund wird wohl darin zu suchen sein, daß Exner und Haschek den Funken von einer Verbindung nehmen. Denn die gleiche Erscheinung finden Scharbach [78] und Nelthorpe [91]. Beide lassen nach der Methode von Goldstein im verdünnten Raume Funken durch Chloride schlagen und finden im Spektrum ein Gemisch der Metall-Funkenlinien und der Chlorlinien. Dabei gibt Nelthorpe ein Verzeichnis starker Linien Eders, die bei ihm fehlen, und das sind dieselben Linien, die auch bei Exner und Haschek, de Gramont und bei Scharbach fehlen, wie schon Reismann bemerkt hat, z. B. λ 4526 und λ 4389. Auch Pollok [74] beobachtet das Chlorspektrum in Dämpfen von Chloriden, während Miß Morrow [73] Funken zwischen Gold- oder Kohle-Elektroden durch Chlorgas oder HCl schlagen läßt und den Einfluß der Selbstinduktion untersucht. Pollok findet, daß Vergrößerung der Kapazität die Chlorlinien verstärkt, Miß Morrow, daß die Chlorlinien nur wenig durch Selbstinduktion geschwächt werden.

Reismann [80] untersucht mit Gleichstrom von 1400 Volt in Geißler-
röhren den Unterschied an Kathode und Anode; er findet auf Grund von Intensitätsschätzungen an Aufnahmen, daß an der Kathode das vollständige Spektrum vorhanden ist. Es findet sich auch an der Anode, aber schwächer;

dafür sind hier einige verstärkte Linien, die sich mit abnehmender Intensität bis zur Kathode erstrecken. — Reismann untersucht auch Chlorverbindungen: In HCl ist das Chlorspektrum — wie in reinem Chlor — voll ausgebildet an der Kathode, sehr schwach an der Anode. Die positive Säule zeigt (neben den Stickstoffbanden als Verunreinigung) das Wasserstoffserienspektrum, und an der Anode selbst kommen Linien des zweiten Wasserstoffspektrums hinzu. Es hat also den Anschein, als handele es sich um Elektrolyse, durch welche Cl an der Kathode, H an der Anode ausgeschieden ist, und so ist die Erscheinung bekanntlich von J. J. Thomson und seinen Schülern gedeutet worden. Es handelt sich indes um eine Übereinanderlagerung der beiden Spektre; denn Reismann findet, daß auch in reinem Wasserstoff das zweite Linienspektrum an der Anode heller ist als an der Kathode.

Reismann untersucht von Chlorverbindungen: Zinnchloriddampf zeigt nur an den Elektroden die Chlorlinien, überall drei Zinnlinien, und endlich ein kontinuierliches Spektrum, welches äußerst stark an der Anode beginnend sich abschwächt bis zur Kathode. Es beginnt bei λ 580, reicht bis etwa λ 350, hat ein Maximum von λ 470 bis λ 413. — CCl_4 gibt Chlorlinien namentlich an der Kathode, sonst Banden von CO und Cy , die an der Anode am stärksten sind. Endlich ein kontinuierliches Spektrum ähnlich wie voriges, nur schwächer. — Bei Goldchlorid treten auch unbekannte Banden auf; darüber siehe bei Gold.

Stead [67] benutzt eine in der Mitte durch eine Aluminiumscheibe geteilte Röhre und untersucht visuell die Emissionsverteilung, wenn Entladungen eines Induktoriums bei vorgeschalteter Funkenstrecke durch HCl -Gas, CCl_4 , SiCl_4 , SnCl_4 oder CHCl_3 gehen. Er findet, wie schon früher Thomson und Morris-Airey in HCl ein Überwiegen des Cl -Spektrums an der Anode, in CCl_4 und CHCl_3 an der Kathode und deutet diese Erscheinung in [67] und noch entschiedener in [68] im Sinne einer Elektrolyse, wie früher schon J. J. Thomson. Daß diese Deutung nicht haltbar ist, zeigt wieder Reismann [80], der die photographische Methode benutzt.

v. Dechend [65] untersucht das schwache Licht, welches auftritt, wenn aus Spitzen Elektrizität austritt. In Chlor erhält er einige der bekannten Linien.

Wenn Cl mit aktivem Stickstoff zusammenkommt, tritt Licht auf, welches nach Strutt und Fowler [78] ein kontinuierliches Spektrum von λ 260 bis λ 254 zeigt, keine Linien. SnCl_4 zeigt Banden.

Wie bei vielen anderen Elementen glaubt Paulson [83, 85] auch im Spektrum des Chlor Paares mit gleicher Schwingungsdifferenz zu finden, und gibt folgende Tabelle, in welcher die Wellenlängen und die Schwingungsdifferenzen angegeben sind; es sind die Zahlen von Eder und Valenta genommen.

Im übrigen ist über den Bau des Chlorspektrums bisher nur im Gebiet der Röntgenstrahlen etwas bekannt. Nach den Versuchen von Reismann [80] u. a. und der Analogie mit Br ist es wahrscheinlich, daß zwei völlig verschiedene Chlorspektre existieren. Nach der Verschiebungsregel ist zu erwarten, daß sich an der Kathode ein Tripletspektrum findet.

5445.12	1		4469.57	5		4124.15	1	
5457.28	3	40.92	4491.25	3	108.02	4130.99	4	40.14
5444.41	3		4390.57	3		3848.03	2	
5456.39	2	40.33	4403.61	5	67.47	3854.00	4	40.23
5794.67	10		4323.52	3		3845.83	3	
4810.19	9	67.29	4443.82	10	108.09	3855.74	2	68.84
4819.63	9	40.72	4291.83	5		3845.55	3	
4801.19	4		4304.21	4	66.86	3851.53	3	40.37
4624.23	3	108.29	4234.14	5		3833.50	3	
4497.45	$\frac{1}{2}$		4241.44	3	40.66	3843.39	5	67.11
4519.4	$\frac{1}{2}$	107.99	4253.53	9	67.02	3849.30	2	39.94

Die Emission der Chlorwasserstoffflamme ist mehrfach untersucht worden, u. a. von Harnack [72], der sie vorzugsweise zur Herstellung von Bandenspektren benutzt, von Bauer [75], der die Temperatur und Dissoziation im Zusammenhang mit der Strahlung berechnet, von Franck und Pringsheim [70], die die Beweglichkeit der negativen und positiven Träger in der Flamme messen und das Verschwinden der D-Linien auf die Elektronegativität des Chlors zurückführen, sowie von Andrade [79], der Chlor oder Chloroformdampf geführten Flammen beimengt und findet, daß die durch die Alkalien und alkalischen Enden bewirkte Flammenfärbung gleichzeitig mit der elektrischen Ladung der Dämpfe verschwindet. Im Ultrarot liefert die Flamme die Banden von HCl, im Sichtbaren ein schwaches kontinuierliches Spektrum. Im Ultraviolett ist die Emission noch nicht untersucht. Zu der Erklärung der Abnahme der Emission der Linienspektren in chlorhaltigen Flammen durch die Annahme von Verbindungsspektren paßt es, daß Bauer [75] nachweist, daß die Abnahme der Emission der Na-Linien mit steigendem Chlorzusatz zu Sauerstoffflammen zahlenmäßig parallel geht mit der aus dem Massengesetz berechneten Abnahme der Dissoziation der NaCl-Moleküle.

Die K-Linien des Röntgengebietes sind schon von Moseley [87] gemessen worden, weiter von Malmer [88], Siegbahn [92, 93, 96, 97], Hjalmar [109, 112] und Dolejšek [113], Siegbahn und Stenström [92] sowie Siegbahn und Dolejšek [14]. Die Zahlen sind mit der Siegbahnschen Bezeichnung in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt¹⁾.

XE	Dolejšek	Hjalmar	Siegbahn	Siegbahn u. Stenström	Moseley
	[113]	[109]	[97]	[92]	[87]
K _{α1}	—	—	4718.70	—	—
K _{α2}	4712	—	—	4712	4750
K _{α7}	4702.5	—	—	—	—
K _{α3}	4688	—	—	4692	—
K _{α4}	4684	—	—	—	—
K _{β1}	—	4394.50	—	4394	—
K _{β''}	—	4391.2	—	—	—

1) Anm. bei der Korrektur: In [114] geben Siegbahn u. Dolejšek noch die Linien: $\alpha_2 = 4721.85$, $\alpha_1 = 4718.21$, $\beta_1 = 4394.83$, $\beta'' = 4390.80$, $\beta_2 = 4403.0$

In [112] reproduziert Hjalmar eine Photometerkurve der Liniengruppe Cl. Die K_3 Absorptionsgrenze des Cl ist gemessen worden von Fricke [103]. Dieser findet: $K_m = 4384.4$. — Mohler und Foote [111] finden als Anregungspotentiale für Cl, die den L-Grenzen entsprechen, 198 bzw. 157 Volt. — Hughes und Dixon [94] messen die Ionisationspotentiale von HCl und von Cl. Man vergleiche hierzu P. Knipping, die Ionisierungsspannungen der Halogenwasserstoffe. Zeitschr. für Phys. 7, p. 328—340 (1921). Danach liegt die Ionisierungsspannung des Cl bei 4.26 V (λ 2890), diejenige von HCl bei 14.4 V. Anregungsspannungen scheinen bisher nicht gemessen zu sein.

Stark und Künzer [86] meinen aus der Abschattierung des Dopplerstreifens im Kanalstrahlenspektrum schließen zu sollen, daß die Linien 4608 und 4527, welche sie Bogenlinien nennen, von Atomen herrühren, die ein Elektron verloren haben, während die „scharfen Funkenlinien“ 4291.9 und 4132.7 drei, die „unscharfen“ 4276.6 und 4253.5 deren drei oder vier verloren haben sollen.

Für die Absorption durch Chlor liegen mehrere Arbeiten vor, deren Besprechung eigentlich in die Neuauflage von Bd. III des Handbuchs gehörte. Sie seien aber der Vollständigkeit wegen kurz erwähnt. Peskoff [95] gibt an, Cl absorbiere im Rot bis λ 535, dann von λ 370 bis 285. In welcher Schichtdicke und bei welchem Druck ist nicht angegeben. — Webster [84] untersucht den Einfluß des Druckes auf den Absorptionskoeffizienten, wie er z. B. für CO_2 von Angström entdeckt wurde. Bei Cl ist kein Einfluß zu bemerken. Ciechomski [66] untersucht flüssiges Chlor; er findet Absorption zwischen etwa λ 510 oder λ 406 (je nach Schichtdicke, 16 mm oder Kapillarschicht) bis λ 275, dann von λ 250 an. — Verflüssigtes HCl ist fast so durchsichtig wie Wasser; eine Schicht von 30 mm Dicke ließ das gesamte Ultraviolett bis λ 2265 durch. Nach Burmeister [81] hat Chlor für $\lambda > 1 \mu$ keine Absorption; früher gefundene Absorption rührt von Verunreinigungen her. — Die Drehung der Polarisationssebene im Magnetfeld untersucht Heurung [69]. Wie aus der anschließenden Polemik mit Wood [71] zu entnehmen ist, hat er jedoch nicht den Effekt der Einzelabsorptionslinien des Chlorspektrums beobachtet, auf den es in erster Linie ankommt.

Eine Reihe interessanter Arbeiten hat die Absorption von HCl veranlaßt. Ein ultrarotes Absorptionsband hatten Julius, dann Angström (Bd. II, p. 366) gemessen. Burmeister [81] konstatiert nun zunächst, daß das Band aus zwei Teilen bei $\lambda = 3.4$ und $\lambda = 3.55 \mu$ besteht, die ganze Absorption fällt in zwei Regionen, die eine von 3.45μ bis 3.85μ , die andere von 1.73μ bis 1.83μ , also etwa mit der doppelten Schwingungszahl. Durch Anwendung eines Quarzprismas mit größerer Dispersion zeigte dann Fri. v. Bahr [82], daß die Banden aus einer größeren Zahl von Zacken bestehen, deren Frequenzen angenähert eine Differenzenreihe bilden, die dann Bjerrum [90] durch Rotationsquantelung erklärte und für sieben Banden in ziemlicher Annäherung an die Messung berechnete. Kemble und Brinsmade [94a] sowie Kemble [105]

haben alsdann das Absorptionsspektrum genauer untersucht, Imes [98] seine Einzelheiten mit Gitter aufgelöst und gezeigt, daß die beiden Banden des HCl von einer mittleren, schwächeren Stelle aus unsymmetrisch nach beiden Seiten verlaufen. Imes wies in dem Band bei $3\ \mu$ 24 Teilbanden nach, in dem Bande bei 1.7 etwa 16 mit einer Reihe schwächerer Nebenzaacken. Randall, Colby und Paton [102] prüfen den Einfluß der Temperatur und finden, daß die Zahl der sichtbaren Absorptionsbanden mit der Temperatur steigt, ohne daß indes sich die Wellenlänge der Banden änderte. Endlich messen Colby und Meyer [110] die Banden aufs neue. Sie bestätigen die Resultate von Randall, Colby und Paton und messen unterhalb der Mitte der Hauptbande 20, oberhalb acht Kanten, deren Schwingungszahlen durch die Formel $\nu = 28863.60 + 205.82n^2 - 0.162n^3$ dargestellt werden können. Diese Banden haben nun in doppelter Hinsicht ein erhebliches Interesse gewonnen, einmal dadurch, daß durch Kemble [105], Colby [106], Kratzer [99], Haas [108] und Loomis [104] für sie die verfeinerte Theorie der Bandenspektren im Ultrarot in Anwendung gebracht wurde, sodann dadurch, daß man auf Grund der Isotopie des Chlors und der genannten Berechnungen eine Duplizität der Banden im Ultrarot erwarten muß. Loomis [104], Kratzer [100] und Haas [108] sind ungefähr gleichzeitig und unabhängig von einander auf diese Folgerung gekommen, und Kratzer [100] und Loomis [104] haben auch in den Nebenmaxima, die Imes gemessen hatte, eine Bestätigung ihrer Theorie gefunden. Nach den neueren Messungen von Colby und Meyer [110] ist diese Bestätigung indes wieder zweifelhaft geworden, da die Einzelbanden der Hauptgruppe des HCl nach den letzten Intensitätskurven zwar gewisse Unsymmetrien aufweisen, indes keine deutlichen Doppelbanden, wie sie die Voraussetzung einer Messung sind.

COBALT (Co = 58.97, γ = 27).

Literatur.

- [50] A. Benrath, Über den Farbenwechsel von Cobalt- und Kupferchlorid. *Zs. f. anorgan. Chem.* 54 p. 328—332 (1907).
- [51] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. 2. Teil. *Wien. Ber.* 118 IIa p. 1077—1100 (1909).
- [52] B. Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. *Dissert. Freiburg (Schweiz)* 1909.
- [53] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. *C. R.* 150 p. 37—40 (1910).
- [54] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of various salts in solution, and the effect of temperature on such spectra. *Americ. chem. J.* 43 p. 87—128 (1910).
- [55] F. L. Cooper, The absorption in the red of the acetate, nitrate, and sulphate of cobalt. *Astrophys. J.* 32 p. 309—312 (1910).
- [56] J. M. Graftdijk, Magnetische splitsing van het nikkel- en kobalt-spectrum en van het ijzer-spectrum. *Akad. Proefschr. Amsterdam* 1911.
- [57] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. *Dissert. Leipzig* 1911.
- [58] Stephan Rybár, Über die Zerlegung der Spektrallinien von Lanthan und Cobalt im magnetischen Felde. *Phys. Zs.* 12 p. 889—900 (1911).
- [59] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of certain salts of cobalt, erbium . . . *Americ. chem. J.* 45 p. 1—36, 113—159 (1911).
- [60] G. J. Elias, Anomale magnetische Dispersionsdrehung und selektive Absorption. *Ann. d. Phys.* (4) 35 p. 299—346 (1911).
- [61] A. N. Nikolopoulos, Über die Beziehungen zwischen dem Absorptionsspektrum und der Konstitution der Wernerschen Salze. *Dissert. Leipzig* 1911. Weida i. Thür. bei Thomas u. Herbert. *Zs. phys. Chem.* 82 p. 361—378 (1913).
- [61a] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. *Wien* 1911.
- [62] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. *Dissert. Göttingen* 1912.
- [63] A. de Gramont, Sur les raies ultimes et de grande sensibilité . . . *C. R.* 155 p. 276—279 (1912).
- [64] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements . . . *Proc. Roy. Soc. A* 87 p. 38—49 (1912).
- [65] J. M. Graftdijk, Décomposition magnétique des spectres du Ni, du Co et du Fe. *Arch. Néerl.* (III A) 2 p. 192—220 (1912).
- [66] Fr. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. *Leipzig und Wien bei Deuticke*, 1911 und 1912.
- [67] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. *Proc. Dublin Soc.* 13 p. 253—268 (1921).
- [68] C. Andrade, Note on a method of observing the flame spectra of halogen salts. *Proc. Phys. Soc.* 25 p. 230—234 (1913).
- [70] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 207 bis 235 (1913).
- [71] R. A. Houstoun, The absorption of light by inorganic salts. No. IX. *Proc. R. Soc. Edinb.* 33, II p. 137—146 (1913).
- [72] R. A. Houstoun and Ch. Cochrane, The absorption of light by inorganic salts. No. X. *Proc. R. Soc. Edinb.* 33, II p. 147—155 (1913).

- [73] R. A. Houston, The absorption of light by inorganic salts. *Physik Zs.* 14 p. 424—429 (1913).
- [74] Yogi Shibata et G. Urbain, Spectrochimie des complexes cobaltiques. *C. R.* 157 p. 593—595 (1913).
- [75] S. Hamm, Messungen im Bogenspektrum des Nickels nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 105—130 (1913).
- *[76] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelle du nickel et du cobalt dans l'ultra-violet extrême. *Journ. de phys.* (5) 4 p. 322—334 (1914).
- [77] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles du nickel et du cobalt dans l'ultra-violet extrême. *C. R.* 158 p. 784—787 (1914).
- [78] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. *Lund's Univers. Årsskr.* N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).
- [79] E. Paulson, Konstante Differenzen in Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (14) 45 p. 419—430 (1914).
- [80] W. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* (6) 27 p. 703—713 (1914).
- [81] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of cobalt and nickel. *Astrophys. J.* 42 p. 344—364 (1915). *Mt. Wilson Contrib.* No. 108.
- [82] M. Siegbahn u. W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektren (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. *Physik Zs.* 17 p. 48—51 (1916) *ib.* p. 318—319 (1916).
- [83] A. Krebs, Das Bogenspektrum des Cobalt gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1916. *Zs. f. wiss. Photogr.* 16 p. 292—321 (1917).
- [85] T. Takamine and Sh. Nitta, The spark and vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultraviolet. *Mem. Kyoto* 2 p. 117—135 (1917).
- [86] S. Pina de Rubies, Nuevas rayas del níquel y del cobalto entre 2300 y 2000 U. A. en el espectro de arco en el aire. *Anal. soc. Españ. de Física y Quím.* 16 p. 333—350 (1918).
- [87] W. Vahle, Das Bogenspektrum des Zirkons gemessen nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1918. *Zs. f. wiss. Photogr.* 18 p. 84—137 (1919).
- [88] W. F. Meggers and O. C. Kieess, Wave lengths in the red and infra-red spectra of iron, cobalt and nickel arcs. *Scient. papers Bur. of Stand.* No. 324 (1918).
- [89] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. *Phil. Mag.* (6) 27 p. 601—612 (1919). — Röntgenspektroskopische Präzisionsmessungen, *Ann. d. Phys.* (4) 59 p. 56—72 (1919).
- [90] T. Takamine, The stark effect for metals. *Astrophys. J.* 50 p. 23—41 (1919).
- [91] H. M. Randall and E. F. Barker, The infra-red arc spectra of cobalt, nickel, manganese and chromium. *Astrophys. J.* 49 p. 54—60 (1919).
- [92] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. *Proc. Roy. Soc. A.* 95 p. 316—332 (1919).
- [93] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* (2) 14 p. 515—521 (1919).
- [94] F. Dhein, Das Bogenspektrum des Cobalt nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1919. *Zs. f. wiss. Photogr.* 19 p. 289—335 (1920).
- [95] A. S. King, Observations of the electric furnace spectra of Co, Ni, Ba, Sr and Ca in the region of greater wave length. *Astrophys. J.* 51 p. 179—186 (1920).
- [96] N. Stensson, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenstrahlen. *Zs. f. Phys.* 3 p. 60—62 (1920).
- [97] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. Dissert. Münster 1920, Manuskript.
- [98] L. et E. Bloch, Sur quelques spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *C. R.* 172 p. 303—305 (1921). — *J. de phys. et le Radium* (6) 2 p. 229—257 (1921).
- [99] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle du fer et du cobalt dans l'ultraviolet extrême. *C. R.* 172 p. 351—353 (1921).
- [100] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. f. Phys.* 1 p. 439—453 (1921).

[101] V. Dolejšek, Sur les lignes $K\alpha$ des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).

[102] M. Siegbahn, Bericht über die letzte Entwicklung usw. Jahrb. Radioakt. 19 p. 240—293 (1922).

[103] M. Siegbahn und V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 10 p. 159—168 (1922).

Im Ultrarot beginnen die neuen Messungen des Linienspektrums durch Randall und Barker [91] bei 1.9μ ; die in der Tabelle angegebenen Intensitäten sind Galvanometerausschläge, da die Messungen mit Gitter und Bolometer gemacht sind. Die möglichen Fehler schätzen die Verfasser auf 5 A. Die Messung reicht bis 0.9μ . Aber schon weit vorher, bei 1.14μ , beginnt eine große Tabelle von Meggers und Kiess (88), welche mit Gitter photographisch gewonnen ist, also unvergleichlich größere Genauigkeit hat. Die veröffentlichte Tabelle beginnt schon mit 1.15μ und enthält viel mehr Linien im langwelligeren Gebiet; aber es hat sich herausgestellt, daß diese Linien eine Art von Lymanischen Geistern sind, und nach persönlicher Mitteilung habe ich sie fortlassen können. — Dann folgen zwei Messungen des Bogenspektrums durch Dhein [94] und Krebs [83], die in Bonn gemacht sind, und von welchen ich namentlich die erstere für zuverlässig halte. Dhein zeigt, daß eine Reihe von Linien bei Krebs Geister oder Linien anderer Ordnung sind; diese habe ich in der Tabelle natürlich fortgelassen. Exner und Haschek [66] haben neue Messungen des Bogen- und Funkenspektrums veröffentlicht, welche ich in die Tabellen aufnehme, soweit sie gegen die alten Tabellen (Bd. V) Neues bringen, nämlich etwa bis zu λ 4000; auch Eder und Valenta [51] haben Teile des Spektrums gemessen. Diese beiden Messungen habe ich auf I. A. umgerechnet. Unter λ 2300 hat Piña de Rubies [86] das Funkenspektrum studiert; in der Tabelle gebe ich zum Vergleich die alten Messungen von Exner und Haschek korrigiert. Endlich sind für die kürzesten Wellen Angaben von Bloch [76, 77, 98, 99] und von McLennan, Ainslie und Fuller [92] vorhanden; letztere sind mit Vakuumbogen gewonnen. Zahlen von Takamine und Nitta [85] sind mir nicht zugänglich. Unterhalb λ 1845 führen McLennan, Ainslie und Fuller nur vier Linien im Bogen, die mit keiner der Funkenlinien Blochs zusammenfallen. In der Tabelle sind die Messungen der beiden Blochs auf Grund der neuesten Angaben von 1845 ab vollständig angeführt. — Eine größere Anzahl von Linien sind durch Burns [70], Hamm [75] und Vahle [87] als Verunreinigungen gemessen.

King [81] erzeugt das Spektrum in seinem elektrischen Widerstandsofen bei verschiedenen Temperaturen und teilt die Linien je nach ihrem Erscheinen in Klassen. Klasse I bilden die starken Linien bei der niedrigsten Temperatur, Klasse IV die Linien, die erst bei höchster Temperatur erscheinen, V solche, die auch dann fehlen oder nur in Spur vorhanden sind. Linien, welche im Bogen viel schwächer sind als im Ofen, sind mit dem Zeichen A versehen. In einer zweiten Arbeit dehnt King [95] die Untersuchung auf den roten Teil des Spektrums aus. In der folgenden Tabelle sind hinter den Linien die Klassen angegeben. In der Tabelle habe ich wegen der großen Zahl der

Linien die schwächsten fortgelassen, nämlich die, welche alle Beobachter mit 1 bezeichnen, wo mehrere Beobachter vorhanden sind. Im Gebiet der längsten Wellen, soweit Meggers und Kiess allein gemessen haben, sind dagegen alle Linien aufgenommen worden.

Randall u. Barker Bogen [91]	Randall u. Barker Bogen [91]	Randall u. Barker Bogen [91]	Randall u. Barker Bogen [91]
19778.7 80	16887.5 80	14569.0 15	10128.7 15
18278.8 20	16256.9 50	14062.0 40	10046.6 80
18175.5 30	16182.6 50	13894.5 10	9661.8 20
17080.4 30	15209.6 15	11633.5 20	9598.4 80
17004.9 50	14958.0 80	10689.7 40	9545.8 100
16578.8 80	14680.9 20	10369.1 15	9357.2 40
16447.2 20	14610.9 85	10170.7 20	9098.5 10

Meggers u. Kiess Bogen [88]	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Klasse
11453.42	8886.25 1	8478.45 2	8150.23 2	
840.76	78.80 1	54.71 1	40.42 2	
293.46	70.79 4	09.08 1	37.10 5	
275.45	66.96 1	8879.54 8	16.48 7	
10866.64	62.89 N? 2	78.87 7	14.08 1	
284.68	56.88 1	72.82 10	12.13 1	
272.89	50.74 10	45.59 2	8094.03 10	III
266.87	38.41 2	42.66 4	85.47 2	
213.82	37.88 2	34.71 1	82.60 1	
210.88	35.52 8	31.70 2	80.28 5	
206.05	19.15 10	18.55 1	66.50 7	
189.16	8750.13 1	15.32 2	62.96 2	
020.68	38.22 1	12.92 2	56.08 8	V
9745.98 1	8875.02 1	01.44 1	53.50 1	
619.41 1	61.04 2	8299.02 5	50.60 1	
597.89 2	58.18 1	96.85 5	48.33 8	V
544.52 2	55.76 1	83.49 5	41.33 2	
536.28 1	48.81 1	75.55 1	37.63 1	
530.99 1	8596.09 1	72.84 1	32.41 1	
357.02 10	89.70 3	69.39 8	31.07 1	
344.89 1	86.71 3	59.10 1	29.29 7	
178.08 1	75.32 4	46.57 1	24.75 4	
095.86 6	74.49 3	43.38 1	22.15 7	
087.92 8	69.72 2	08.67 8	17.88 1	
8972.91 1	60.01 1	8193.05 8	16.59 1	
58.46 6	59.04 2	89.29 1	13.02 2	
39.20 1	49.04 Cr? 1	67.97 2	07.84 10	
26.24 10	13.48 1	60.68 2	7998.12 1	
04.65 8	04.54 1	54.31 1	96.88 1	
8883.70 2	8489.41 2	52.08 6	87.88 7	V

Meggers u. Kiess Bogen [88]	Klasse.	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Klasse.	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Klasse	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Klasse
7984.22 1		7840.05 7		7695.97 2		7561.08 4	
80.48 1		88.18 8	V	85.65 1		59.68 3	
66.12 2		22.12 1		64.89 1K?		54.04 8	IV
62.40 1		18.25 1		48.19 4		33.52 5	IV
60.55 2		17.15 1		41.43 1		26.32 1	
57.77 3		10.39 1		37.63 4		24.07 1	
26.59 8	V	09.25 1		34.56 5		15.28 1	
19.50 2		7794.15 1		18.66 1		02.74 2	
12.90 1		86.68 1		16.13 1		7495.09 1	
7908.75 10	III	79.06 1		10.29 6	IV	89.41 3	
07.14 1		64.07 1		06.30 1	V	84.00 1	
7885.21 2		43.27 5		04.80 1		78.78 1	
77.44 2		35.47 1		7800.11 1		77.28 1	
73.36 1		34.25 6		7594.18 1		74.35 1	
71.43 6	V	28.59 1		90.60 6	III	71.21 1	
69.92 6	V	25.92 2		88.71 1		57.43 8	V
66.10 1		12.68 9	III	86.72 4		43.48 2	
59.41 1		04.90 2		80.95 1		37.15 4	III A
55.88 7		01.88 2		78.34 1		29.03 2	
43.61 1		7698.95 1K?		64.98 5			

Meggers u. Kiess Bogen [88]	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [88]	Exner u. Haschek Bogen [88]	Klasse	Meggers u. Kiess Bogen [88]	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [88]	Exner u. Haschek Bogen [88]	Eder u. Valenta Funke [51]	Klasse
417 40	8	38	1u	II	7070 45	4	—	—	—	
388 66	7	—	—	III	57 91	2	—	—	—	
54 61	6	—	—	III	55 94	3	—	—	—	
58 48	2	—	—		54 08	8	028 5	017 4	—	III
15 72	3	—	—		52 84	10	854 8	848 10	85 2	I
285 29	7	—	—	IV	42 61	2	—	—	—	
63 57	2	—	—		32 56	4	—	—	—	
50 09	3	—	—		27 88	8	800 2u	778 4	—	V
17 36	2	—	—		16 65	10	596 1u	595 8	56 1	I
193 68	8	58	1U 555 2	V	15 13	2	—	—	—	
59 23	8	13	1U 117 4	V	04 82	5	—	737 8	—	III
54 71	8	—	—	II	6997 30	7	—	—	—	V
48 —	146 3	139 1	—		78 50Cr?	2u	—	—	—	
34 37	8	32	2U 291 3	V	46 33	2	—	—	—	
24 45	5	—	459 1	III	37 85	7	—	775 4	—	III
22 26NIP	5	—	—		22 23	2	—	—	—	
17 91	2	—	—		10 84	2	—	—	—	
13 74	9	—	527 3	V	08 11	5	—	—	—	
02 57	4	—	—		01 51	2	—	—	—	
094 64	4	—	—	IV	6878 50	2	—	—	—	
84 99	10	970 8	955 6	I	72 42	7	38	2u 371 10	87 3	38 2 I
79 21	2	—	—		64 94	3	—	—	—	

	Meggers u. Kiess Bogen		Dhein Bogen		Krebs Bogen		Exner u. Haschek Bogen		Exner u. Haschek Funke		Eder u. Valenta Funke		Klasse
	[88]		[94]		[83]		[60]		[66]		[51]		
6858	44	5	—		—		—		—		—		
46	99	3	—		—		—		—		—		
45	66	2	—		—		—		—		—		
88	20	3	—		—		—		—		—		
26	19	2u	—		—		—		—		—		
19	57	3	—		—		—		—		—		
14	99	10	954 8		955 10		96 4		—		98 1		I
09	01	5	—		—		—		—		—		
6799	89	2	—		—		—		—		—		
89	28	3	—		—		—		—		—		
84	89	4	—		—		—		—		—		
71	05	10	05 5u		054 10		05 6		—		08 2		I
67	60N1P	4	—		—		—		—		—		
58	08	2	—		—		—		—		—		
56	50	2	—		—		—		—		—		
42	12	3	—		—		—		—		—		
22	82	2u	—		—		—		—		—		
20	97	2	—		—		—		—		—		
17	61	3	—		654 1		—		—		—		
12	70	3	—		—		—		—		—		
07	—	—	805 3		784 7		—		—		—		
08	94	3	—		—		—		—		—		
6692	89	2	—		—		—		—		—		
84	88	3	85 1u		812 2		9 1u		—		—		
84	05	3	—		—		1 1u		—		—		
78	84	6	812 4		793 5		80 2		—		—		II
72	96	2	—		—		—		—		—		
65	28	2	—		—		—		—		—		
63	68	2	—		—		—		—		—		
52	82	3	—		—		—		—		—		
49	97	3	—		—		—		—		—		
45	88	2	—		—		—		—		—		
43	78N1P	3	—		—		—		—		—		
35	12N1P	4	090 2		081 1		11 1		—		—		
32	42	8	—		—		46 5		—		39 2		II
23	70	7	76 2u		747 2		77 2		—		75 1		III?
17	21	10d	81 3R		808 1		47 1		—		28 1		V
17	—	—	—		—		07 2		—		—		V
6595	91	3	890 6		874 6		94 10		—		90 3		V
91	80	3	884 1		840 1		84 1u		—		79 1		
79	29	8	—		270 1		27 1u		—		—		
67	10	2	—		—		—		—		—		
63	42	9	400 7		399 8		39 10		48 1		46 3		II
54	57	3	—		—		—		—		—		
51	45	6	45 3u		484 4		47 3		—		—		III
35	16	3	—		—		1 1u		—		—		
17	08	3	—		—		6.98 1		—		—		
08	76	4	—		—		—		—		—		

1) Hamm [75] mißt im Ni: 6563.419.

	Meggers u. Kiess Bogen [88]		Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [83]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
6504	25	4	220	3	212	2	22	2	—	—	—	—	
6496	18	1	889	3	898	2	—	—	—	—	—	—	
93	—	—	764	4	747	4	—	—	—	—	—	—	
90	33	7	818	6	813	4	29	5	—	—	36	1	III
82	—	—	806	2U	802	2	83	1	—	—	—	—	
77	93	9	896	8	882	5	89	15	—	—	—	—	V
74	57	5	523	3	523	2	52	3	—	—	—	—	
71	—	—	854	2	843	2	—	—	—	—	—	—	
70	16	3	108	1	—	—	12	1	—	—	—	—	
63	02	5	010	1U	2.996	1	2.98	3	—	—	—	—	
62	—	—	558	6	552	6	—	—	—	—	—	—	
55	08	10	010	9	4.977	4	09	30	06	1	4.99	5	III
51	14	5	11	3u	114	2	17	8	—	—	—	—	V
50	24	10	231	10u	218	10	30	30	29	1	22	6	I
49	—	—	770	2	740	3	—	—	—	—	—	—	
47	00	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
44	75	6	725	2	733	4	68	4	—	—	—	—	V
39	83	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
39	—	—	096	7	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	342	3u	339	5	30	4	—	—	39	1	III
29	97	7	837	5	869	5	89	4	—	—	—	—	
25	12	4	118	2	100	3	10	2	—	—	—	—	
21	71	5	740	1	731	3	70	3	—	—	83	1	V
17	79	7	813	9u	795	6	78	10	—	—	84	1	III
08	39	2	37	1U	—	—	39	1u	—	—	—	—	
07	36	2	44	1U	—	—	46	1u	—	—	—	—	
6396	52	4	498	2u	408	3	50	3	—	—	59	1	V
95	19	7	193	5	196	4	19	10	—	—	29	1	V
86	68	6	—	—	—	—	67	3	—	—	—	—	
84	49	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
52	80	2	—	—	—	—	78	1	—	—	—	—	
51	37	6	40	3U	389	2	45	5	—	—	36	1	V
47	72	10	803	4	797	4	79	20	—	—	79	1	V
40	82	4	804	3	802	2	80	2	—	—	—	—	
37	98	3	98	1U	—	—	98	2	—	—	—	—	
22	94	2	—	—	—	—	98	1	—	—	—	—	
20	35	10	34	6U	310	4	41	20	—	—	37	2	IV
14	50	7	93	3U	—	—	49	6	—	—	48	1	
13	07	6	053	3	039	3	07	4	—	—	10	1	
11	29	7	—	—	—	—	31	3r	—	—	—	—	
6296	96	2	—	—	—	—	94	1	—	—	—	—	
91	39	3	858	1u	—	—	88	2	—	—	—	—	
82	66	10	640	7	609	2	68	20	67	1	65	4	I
76	62	5	646	5	632	2	63	3	—	—	63	1	
75	16	4	150	2u	148	2	17	3	—	—	—	—	
73	06	7	048	6	038	2	07	10	—	—	06	1	III?
71	40	10	42	2U	402	3	39	10	—	—	—	—	
62	84	4	815	1u	—	—	82	1	—	—	—	—	
57	56	10	625	4	632	4	60	10	—	—	65	3	III
56	—	—	—	—	963	1	99	2	—	—	—	—	

	Meggers u. Kiess Bogen			Dhein Bogen			Krebs Bogen			Exner u. Haschek Bogen			Exner u. Haschek Funke			Eder u. Valenta Funke			Klasse
	[88]			[94]			[83]			[96]			[90]			[51]			
6253	99	3		—			—			97	1		—			—			
49	50	6		540	4		530	5		49	3		—			55	2		II
47	26	5		230	3 U		207	3		20	5		—			23	1		
46	42	2		—			395	2		39	2		—			—			
42	48	2		—			—			—			—			—			
37	13	2		173	1 U		—			14	1		—			—			
32	45	5		435	3		433	3		49	3		—			46	1		IV?
30	98	7		1.050			1.028	6		99	10		—			1.03	3		III
23	43	6		331	2		360	2		37	3		—			37	1		
11	15	8		14	4 U		115	2		13	3		—			12	1		IV?
05	50	3		—			—			5	1		—			—			
03	50	5		700	1 U		—			63	1		—			—			
6197	83	2		—			—			79	1		—			—			
93	58	6		650	1 u		548	2		57	3		—			60	1		
88	99	7		980	3		958	10		99	10		—			98	3		II A
81	00	5		030	2 u		005	3		01	3		—			03	1		
75	08	2		—			—			—			—			—			
53	53	2		040	1 u		004	2		4.09	1		—			—			
51	22	2		—			—			49	1		—			—			
46	33	3		—			—			35	1		—			—			
43	73	4		764	1 u		759	2		76	2		—			—			
41	—			720	2		717	3		—			—			—			
32	44	3		400	1 u		392	2		39	3		—			—			
29	15	3		098	1 u		040	3		06	3		—			—			
23	26	3		254	1 u		—			23	2		—			—			
22	03	10		680	5		679	5		69	10		—			75	2		IV?
22	—			223	4		224	6		—			—			—			
17	00	6		6.982	5		6.990	6		6.99	6		—			02	2		I
07	93	9		98	2 U		933	4		91	6		—			95	1		V
05	49	4		45	1 U		440	5		43	3		—			44	1		
03	—			739	2		747	4		—			—			—			
00	76	5		—			—			71	2		—			—			
6033	15	6		133	5		141	3		14	3		—			19	2		I
33	63	7		656	3		633	6		63	3		—			72	2		II?
33	37	2		—			—			23	1		—			—			
32	49	10		450	3		453	3		46	20		—			50	5		III
70	61	7		615	1 U		591	3		59	3		—			63	1		V
53	27	4		23	1 U		230	2		24	2		—			—			
49	05	10		06	4 U		019	4		12	20		—			10	2		V
29	39	2		—			—			—			—			—			
15	34	3		—			—			32	1		—			—			
13	62	3		53	1 U		573	1		—			—			—			
11	43	3		—			423	2		42	1		—			—			
07	67	6		630	4 u		611	4		63	20		—			66	2		V
06	31	3		30	4 U		272	4		23	20		—			31	2		IV?
05	02	3		003	3		4.999	3		00	3		—			—			
02	43	3		—			—			43	1		—			—			
00	70	3		700	4		721	3		69	10		—			75	2		I
5993	73 NI?	5		37	1 U		330	2		30	3		—			—			
95	79	2		—			—			—			—			—			

Meggers u. Kless Bogen			Dhein Bogen		Krebs Bogen		Exner u. Haschek Bogen		Exner u. Haschek Funke		Eder u. Valenta Funke		Klasse
[88]			[94]		[88]		[66]		[66]		[51]		
5991	89	10	878	10	875	8	89	15	—	—	91	5	III
84	25	10	182	3	178	u	18	20	—	—	22	2	III
88	36	3	—	—	—	—	32	1	—	—	—	—	
82	01	3	1.978	5	1.970	1	1.99	2	—	—	—	—	
65	57	2	—	—	—	—	68	1	—	—	—	—	
65	02	3	—	—	040	2	04	2	—	—	—	—	
51	73	2	—	—	—	—	78	1	—	—	—	—	
46	51	7	510	3	504	3	51	15	—	—	47	1	III
40	49	1	424	1	422	1	50	1	—	—	—	—	
35	38	7	372	5	369	4	39	8	—	—	36	1	III
15	55	8	541	6	529	7	52	10	—	—	46	3	III
05	59	3	—	—	612	1	58	2	—	—	63	1	
5890	48	7	483	5	490	6	49	10	—	—	39	2	III
83	42	3	404	1	401	1	43	2	—	—	—	—	
81	05	3	065	2u	067	3	10	2	—	—	—	—	I?
78	08	2	—	—	047	1	08	2	—	—	—	—	
77	42	3	39	1U	398	2	39	3	—	—	—	—	
76	06	3	08	1U	055	2	06	3	—	—	—	—	
57	—	—	458	3	461	2	—	—	—	—	—	—	
46	57	3	576	2	584	4	56	3	—	—	—	—	V
34	59	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	05	7	059	3	059	4	10	8	—	—	—	—	V
26	30	4	290	1u	291	1	29	3	—	—	—	—	
18	09	2	—	—	—	—	18	1	—	—	—	—	
5790	02	4	—	—	076	2	08	2	—	—	—	—	
82	09Cu?	5	224	1u	125	2	—	—	—	—	—	—	
74	33	3	—	—	363	1	37	1	—	—	—	—	
70	37	6	426	1	414	3	40	4	—	—	—	—	V
52	39	2	—	—	390	1u	93	1	—	—	—	—	
50	36	3	—	—	989	1	99	1	—	—	—	—	
40	99	2	—	—	990	1	98	1	—	—	—	—	
37	95	2	—	—	978	1	97	1	—	—	—	—	
06	07	3	—	—	189	1	08	1	—	—	—	—	
08	03	2	—	—	044	1	07	1	—	—	—	—	
5688	51	3	—	—	580	3	60	2	—	—	—	—	II
86	96	3	—	—	—	—	7.04	1	—	—	—	—	
79	57	3	—	—	637	1u	63	1	—	—	—	—	
76	49	2	—	—	—	—	52	1	—	—	—	—	
75	39	3	—	—	443	1	47	1	—	—	—	—	
59	07	4	115	4	111	4	14	3	—	—	—	—	II
51	70	4	—	—	743	1u	73	1	—	—	—	—	
47	20	3	222	6	220	7	25	10	23	1	—	—	II
42	98	4	—	—	3.078	2	3.08	2	—	—	—	—	
40	04	2	—	—	9.997	2	00	1	—	—	—	—	IIIA
37	76	5	708	1u	700	4	69	2	—	—	—	—	V
36	11	6	104	1	091	3u	08	3	—	—	—	—	V
27	84	2	—	—	—	—	78	1	—	—	—	—	
18	00	2	—	—	053	2	05	2	—	—	—	—	
15	70	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
06	33	2	—	—	—	—	75	1u	—	—	—	—	

	Meggers u. Kiess Bogen [88]			Dhein Bogen [94]		Krebs Bogen [88]		Exner u. Haschek Bogen [66]		Exner u. Haschek Funke [66]		Eder u. Valenta Funke [51]		Klasse
5594	79	2	—	—	739	1	73	1	—	—	—	—	—	
94	—	—	—	480	2	474	2	—	—	—	—	—	—	
92	—	—	—	—	204	2	20	2	—	—	—	—	—	
90	72	8	—	728	6	740	8	77	8	73	1	—	—	II
81	28	2	—	—	—	—	—	28	1	—	—	—	—	
58	88	4	—	808	1u	807	2	80	8	—	—	—	—	III?
46	96	3	—	—	949	1	97	2	—	—	—	—	—	
46	—	—	—	—	—	—	—	88	8	—	—	—	—	
45	85	6	—	6010	1	899	1	—	—	—	—	—	—	III?
30	76	8	—	900	6	777	8	77	10	81	1	—	—	II
24	93	7	—	—	971	2	501	8	—	—	—	—	—	V
23	27	8	—	295	7	299	8	29	8	27	1	—	—	II?
15	98	4	—	—	978	1	90	2	—	—	—	—	—	
5495	—	—	—	670	2	684	2	89	2	—	—	—	—	III?
89	—	—	—	632	8	633	4	80	5	81	1	—	—	III?
83	—	—	—	—	081	1	08	2	—	—	—	—	—	
83	—	—	—	950	4	953	4	98	5	98	1	—	—	V
83	—	—	—	336	9	341	10	88	10	87	2	38	1	I
77	—	—	—	081	2	083	3	09	2	—	—	6.44	1	V
70	—	—	—	463	3	471	5	48	3	49	1	—	—	V
69	—	—	—	302	3u	308	3	28	3	—	—	—	—	IIIA
54	—	—	—	545	6	551	7	60	10	61	1	58	1	V
52	—	—	—	299	2	290	2	32	3	37	1	—	—	V
44	—	—	—	554	2u	562	5	59	15	55	1	57	1	IV?
38	—	—	—	983	2u	991	2	96	3	—	—	—	—	III?
34	—	—	—	—	—	485	3	51	3	—	—	—	—	III?
25	—	—	—	—	—	—	—	61	2	—	—	—	—	
18	—	—	—	—	—	—	—	22	3	—	—	—	—	V
08	—	—	—	136	2	—	—	14	2	—	—	—	—	III
07	—	—	—	515	4	520	1	49	4	—	—	52	1	V
01	—	—	—	972	1	—	—	99	4	—	—	—	—	V
5390	—	—	—	485	1u	—	—	42	2	—	—	—	—	IV?
81	—	—	—	780	3	789	2	72	4	—	—	80	1	V
81	—	—	—	120	3	140	2	11	3	—	—	—	—	III
69	—	—	—	580	5	581	5	64	10	64	1	62	1	I
68	—	—	—	897	2	892	1	90	2	—	—	—	—	
66	—	—	—	—	—	—	—	71	2	—	—	—	—	
64	—	—	—	—	—	—	—	88	2	—	—	—	—	
62	—	—	—	762	6	760	4	78	10	79	1	75	1	III
59	—	—	—	181	4	185	3	23	10	21	1	20	1	III?
53	—	—	—	479	3	487	6	50	10	42	2	49	2	III
52	—	—	—	046	6	049	5	11	10	11	2	04	1	III
49	—	—	—	084	2	083	2	04	3	—	—	—	—	V
47	—	—	—	491	2	493	2	44	3	—	—	—	—	V
43	—	—	—	37	6U	382	4	39	3	41	2	36	2	III
42	—	—	—	673	3u	684	5	70	10	71	2	68	2	III
41	—	—	—	313	4	321	3	15	5	—	—	—	—	V
39	—	—	—	504	2	511	1	42	2	—	—	—	—	V
36	—	—	—	15	1U	163	2	11	2	—	—	—	—	V
34	—	—	—	821	2u	827	7	83	3	—	—	—	—	V

	Dhein Bogen		Krebs Bogen		Exner u. Haschek Bogen		Exner u. Haschek Funke		Eder u. Valenta Funke		Klasse
	[94]		[88]		[66]		[66]		[51]		
5833	632 3		639 1		63 3		—		—		III
32	650 2u		666 3		66 3		—		—		III
31	450 6		451 2		43 4	5	1u		—		II
26	239 2		239 1		20 2		—		—		IV
25	940 2		938 2		87 2		—		—		III
25	256 4		272 1		21 4		—		—		III
16	755 3		753 3		72 4		—		77 1		III
12	640 5		637 3		62 4		—		65 1		III
01	036 5		030 4		02 2	05	1		03 1		II
5287	770 2		774 1		66 5		—		63 1		V
83	474 2		480 1		43 2		—		—		V
80	632 7		633 4		63 4	63	1		67 1		III
76	165 4 U		167 2		15 4		—		18 2		V
68	490 4		487 3		53 4		—		57 1		III
66	484 5		488 4		49 10	50	1		55 1		II
66	290 4		285 4		—		—		35 2		II?
65	780 4		773 1		33 3		—		—		V
57	615 5u		600 3		53 5		—		60 1		III
54	626 3		628 2		61 4		—		—		IV
49	991 2u		988 2		95 3		—	0.01	1		V
47	912 5		914 3		35 6		—		—		II
37	070 1u		067 1		03 2		—		—		
35	185 4		187 4		15 6	15	1	4.96	1		II
30	204 5		208 4		23 3	18	1	21	1		II
22	47 1 U		473 1		50 2		—		—		IV
19	015 2u		026 1		03 2		—		—		V
12	702 4		702 4		63 3	69	1	69	2		III
10	052 2		051 2		03 2		—		—		IV
5183	633 3		631 1		53 1		—		—		
76	075 3u		069 3 R		05 5		—		—		III
72	700 5		—		—		—		—		
66	066 2u		034 4		10 2		—		—		V
65	143 3		123 2		13 2		—		—		IV?
58	81 2 U		824 2u		33 2		—		—		IV?
58	33 2 U		368 2u		40 2		—		—		IV?
56	325 6 U		321 2		32 3		—	32	1		IV?
54	035 3 U		033 3		03 3		—	—	—		IV?
49	300 4		776 3		76 2		—	33	1		II
48	775 9		741 4		72 4	74	1	77	1		IV?
45	50 2 U		—		46 3		—	—	—		IV?
33	450 5u		445 3		43 3		—	52	1		V
26	200 10		193 3		19 3		—	20	1		IV?
25	630 4u		672 2u		67 3		—	—	—		IV?
22	774 7		768 3		75 3		—	80	1		IV?
13	238 4u		236 3		21 2		—	—	—		IV?
08	36 2 U		379 2		34 3		—	—	—		V
05	547 3		542 1		52 3		—	—	—		
5094	943 4		943 2		95 2		—	—	—		III
37	842 2 U		840 2		79 1		—	—	—		V
22	176 2u		178 2		16 1		—	—	—		

	Dhein Bogen		Krebs Bogen	Erner u. Haschek Bogen	Erner u. Haschek Funke	Eder u. Valenta Funke	Klasse
	[94]		[83]	[68]	[68]	[51]	
5007	288 2		282 1	—	—	—	
4998	080 2		021 2	02 2	—	—	
88	02 3 U		045 3	7.92 3	—	—	IA
86	452 3		459 2	42 1	—	—	
81	750 2		749 1	78 1	—	—	
79	98 2 U		942 4	98 2	—	—	IV
71	958 6		953 3	91 2	—	—	
71	098 2		099 1	00 1	—	—	
66	580 5		578 4	54 2	—	—	IA
53	180 4		183 3	14 2	—	—	IA
36	418 2		425 3	37 1	—	—	
34	074 6		—	—	—	—	
32	876 3 u		879 2	86 1	—	—	
28	292 7		289 3	29 3	28 1	28 1	III
20	264 3		258 2	22 1	—	—	III A
12	404 2		408 1	40 1	—	—	IA
08	475 2 u		—	45 1	—	—	
04	176 6		177 3	20 3 r	—	—	
4899	518 8		522 4	52 3	50 1	52? 1	III A
97	—		260 2	65 2	—	—	
82	712 6		718 4	71 3	69 1	68? 1	III
69	402 1		399 1	42 2	—	—	
67	880 5		881 6	90 10	88 10	88 5	II
43	—		482 3	50 3	52 1	40 1	III
40	267 4		266 5	32 10	31 10	28 1	III
15	—		398 2	91 2	92 1	90 1	III
13	980 3		983 4	4.04 2	4.02 1	—	III
13	482 4		484 6	52 8	52 10	48 5	III
4796	376 2		377 2	42 1	—	—	II A
95	857 4		860 4	88 2	85 1	—	V
92	867 5		866 6	92 10	91 3	86 5	III
85	068 1		064 2	10 2	07 1	—	
81	426 1 u		422 3	46 3	46 1	40 1	II A
80	001 4		9.995 5	02 4	02 5	01 4	III
78	241 1		238 2	24 3	22 1	26 1	IV
76	328 4		324 5	33 4	32 3	32 3	III
71	105 4		102 6	12 5	11 3	10 3	III
68	096 3		093 5	08 3	07 2	10 1	III
67	149 2		151 3	17 2	16 1	17 1	
56	720 1		727 2	71 3	69 1	71 1	
54	372 1 U		374 4	42 3	43 2	38 1	III
49	684 4		683 3	71 10	72 4	70 3	III
46	—		111 2	12 2	0 1	10 1	
37	76 1 U		776 3	74 3	74 1	71 1	II A
34	884 2 u		882 4	83 3	83 1	84 1	III?
32	010 5		084 1	08 2	—	—	
29	058 4		054 1	—	—	—	
28	—		—	48 3	42 1	—	IA
27	924 2		928 4	—	—	—	
18	520 2 u		475 3	50 2	—	48 2	

	Dhein Bogen		Krebs Bogen		Erner u. Haschek Bogen		Erner u. Haschek Funke		Eder u. Valenta Funke		Klasse
	[94]		[83]		[66]		[66]		[51]		
4704	—		371	2	13	3	—		—		
4699	—		171	2	15	2	—		—		
98	370	4U	390	4	38	3	39	2	—		IV?
98	20	4U	198	5	18	8	22	8	20	2	IV?
88	486	1u	480	2	48	2	—		—		
85	851	1u	854	2	83	2	—		—		
82	363	6	358	6	37	10	37	4	36	8	III?
68	411	7u	407	6	42	10	44	5	41	4	III
57	399	1	388	3	42	2	42	1	40	1	1)
54	850	1	843	2	84	2	—		—		
44	328	2u	319	4	34	2	32	1	—		
43	726	1u	726	2	77	2	—		—		
40	—		813	3	88	2	—		—		
29	380	8	373	7	40	10	36	5	—		III
28	938	1	940	3	85	2	—		—		1)
25	762	3	765	3	73	3	74	2	70	1	III
28	08	2U	024	4	02	3	05	1	2.99	1	
22	—		681	1	64	2	—		—		
20	—		825	3	80	2	—		—		
14	025	2U	019	3	00	2	—		—		
07	33	1U	324	3	27	1	—		—		
01	—		174	3	22	2	—		—		
4596	90	4U	888	6	92	10	91	8	—		IV
94	615	2U	611	6	64	10	63	8	—		IV
88	700	1	724	4	72	2	72	1	—		IA
81	618	8u	601	8	62	10	64	10	64	8	III
80	133	4	133	5	18	3	17	1	16	1	IA
79	532	2U	—		35	2	35	1	—		
74	938	2	938	3	93	2	—		—		
70	01	2U	019	4	02	5	02	2	01	1	IV
69	—		—		—		30	2	30	2	
67	86	2U	859	2	—		—		—		
66	—		608	3	62	2	63	1	—		
65	600	8u	585	6	61	3	65	8	62	8	III
64	—		829	2	81	2	84	1	—		
64	175	2	173	4	17	2	2	1	—		
63	—		992	2	96	2	4.0	1	—		
61	946	2	945	2	94	2	95	1	—		
53	—		331	2	35	2	39	1	—		
52	—		434	2	45	2	—		—		
49	669	7	660	6	72	6	63	5	64	5	III
45	975	2	975	4	98	2	97	1	99	1	III
45	—		240	3	23	2	24	1	22	1	
43	836	6	807	6	82	5	83	4	82	4	III
40	—		772	2	79	2	78	1	—		
33	998	7	989	5	4.01	5	4.02	4	4.00	8	III
33	—		220	3	18	1	28	2	17	4	

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 4549.868.

	Dhein Bogen		Krebs Bogen		Erner u. Haschek Bogen		Erner u. Haschek Funke		Eder u. Valenta Funke		Klasse
	[94]		[88]		[66]		[68]		[51]		
4580	985 6 U		999 7		95 15		1.08 10r		96 10		II
27	986 2u		921 3		91 3		9 1				III
26	—		772 2		78 2		78 1				III
19	—		294P 2R		28 2		—				
17	121 4		100 7		09 4		09 3				III 1)
16	—		—		—		63 2				
14	—		176 3		18 3		18 1				IV
4494	751 2		749 3		77 3		74 1				IV
92	781 2		729 1		69 1		—				
92	070 4		072 2		09 1		—				
90	806 2		805 2		—		—				
86	717 1		712 3		73 2		73 1				
84	516 2		510 3		55 2		—				
83	946 5		924 5		94 3		94 1				III
78	845		824 5		88 3		82 1				III
77	—		820 2u		28 2		—				
71	819 2		881 3		83 2		81 1				III
71	578 6		555 4		59 3		56 2				III
69	589 10		555 7		58 5		60 5				III
66	888 7r		883 5		92 5		93 3				III
65	—		809TIP2		81 2		—				
55	887 2		877 2		83 1		—				
45	780 3		713 4		73 3		76 1				III
45	—		086 4		06 2		08 1				IV
36	201 2		182 4		32Mn?2		—				
31	615 3		607 4		62 2		60 1				III
21	859 3		848 5		84 3		87 2				III
17	425 3		404 5		83 3		40 2				III
16	—		434V? 3		46 2		—				
13	—		—		—		92 4				
04	940 2		933 2		91 2		93 1				III
02	65 2U		651 4		69 4		66 2				III
4895	882 2		885 5		92 2		90 2				III A
91	897 3		890 5		94 2		91 2				III
91	570 3u		577 5		61 2		59 2				III
80	05 2U		055 3u		12 4		06 2				III?
79	—		238V? 2		23 2		23 1				
75	550 2		534 3		53 2		55 2				III
74	940 2		918 4		94 3		96 2				III
74	—		429 3		43 2		—				
73	614 2U		614 4		64 5		62 2				IV
71	186 2u		121 4		14 3		13 2				III
66	286 2u		221 3		23 2		14 2				
61	980 1U		913 2		93 2		—				
60	886 2u		828 3		85 2		83 1				
59	447 1U		440 5		43 2		50 1				
56	89 1U		894 5		86 2		90 1				
53	—		813 4		80 2		9 2				

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

	Dhein Bogen	Krebs Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Exner u. Haschek Funke	Klasse
	[94]	[83]	[66]	[66]	
4339	637 6	619 5	64 4	64 3	III
31	250 3	233 4	27 3	29 2	IV
20	—	370 3	37 2	41 1	
10	080 2	073 2	09 2	—	
09	—	418 3	45 2	41 1	
07	426 2U	419 2	42 2	43 1	V
08	236 2	226 3	25 3	20 1	IA
01	—	007 2	04 2	0.9 1	
4292	245 2u	237 3	24 2	24 1	
87	37 1U	361 1	34 2	34 1	
85	787 5	781 3	76 3	78 1	I
76	096 2U	102 2	08 2	06 2	
68	444 2u	440 3	45 2	47 1	III
63	788 1U	743 2	75 2	74 1	
52	303 5	296 5	32 3	30 2	I
43	190 2	196 2	14 2	20 1	V
45	563 2U	567 2	54 2	56 1	V
41	886 2u	892 3	87 2	96 1	III
41	517 2u	512 2	53 2	—	V
33	996 3u	998 4	99 2d?	4.04 1	IA
29	990 2u	986 2	94 1	—	
25	105 2	105 3	12 2	16 1	III
14	873 2	869 2	97 1	89 1	
07	609 2u	609 2	60 1	59 1	
4195	614 2	611 1	—	—	
90	709 3	702 5	72 5	74 3	I
89	—	—	—	85 4	
87	243 3	244 3	30 2	29 2	II
79	228 3	224 3	18 2	25 2	III
70	903 3u	908 4	96 2	94 1	
62	180 2u	166 2	16 3	21 3	IV
60	—	—	62 1	70 3	
53	423 3	416 4	43 2	44 2	III
50	442 3u	431 4	46 2	43 1	IIA
45	—	—	—	16 3	
39	454 3	443 4	45 2	45 2	III
32	11 4u	151 3	15 3	—	I
22	277 3u	271 3	23 2	23 1	III
21	329 3R	325 10R	37 20R	36 20	II ^{1) 2)}
18	784 3R	769 9R	81 10	79 20	II ²⁾
10	544 9	538 6	55 10	55 10	I ²⁾
10	079 2u	—	08 1	09 1	
04	752 3	745 3	76 2	76 2	III
04	430 4	414 3	42 2	41 1	III
4097	219 3	198 4	21 1	—	
95	950 3u	944 4	96 2	96 1	V
93	053 2u	033 2	07 1	—	V

1) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 4121.326.

2) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [88]	Exner u. Haschek Bogen [86]	Exner u. Haschek Funke [86]	Klasse	
4092	854 8	842 8	84 1	87 1	III	
92	897 8R	896 7	41 8	48 10	I	1)
88	819 2u	827 2	80 1	80 1	IA	
86	807 9	806 7	84 10	84 8	II	
85	580 1u	568 8	59 1	62 1		
82	606 8	606 4	60 2	60 2	IA	
77	410 5u	410 1	41 2d?	39 2		
76	—	571 8	58 1	59 1		
76	184 4	125 4	15 8	—	IA	
69	582 1u	540 8	56 1	—	IV	
68	568 6	544 6	57 4	54 5	II	
66	378 7R	391 5	41 5	37 5	I	
58	608 7	591 5	61 8	61 8	II	
58	188 6	181 6	21 4	20 8	I	
57	199 4	188 4	21 8	20 2	I	
56	979 2U	952 4	95 2	95 2	V	
55	—	—	56 2	—		
54	827 2	809 2	64 1	—		
53	928 8	909 8	93 2	90 1	IV	
52	936 5u	929 4	95 8	94 8	III	
49	295 8	282 2	28 1	22 1		
45	897 9R	882 8R	41 8	39 5	I	
40	808 8	800 8	80 1	82 1	III	
40	648 1u	680 2	60 1	—		
35	556 6u	551 6	59 8	54 8	III	
27	044 5	041 4	06 4	01 8	I	2)
28	408 4	406 5	40 8	40 8	III	
20	904 7R	899 7	92 8	91 5	I	2)
19	800 4	299 4	80 2	28 2	I	
16	880 2u	827 1	80 1	7 2u	V	
13	950 6u	947 5	94 4	94 4	II	
12	188 2u	155 2	17 1	15 1		
08	604 8	604 8	70 1	60 2	III	
3997	909 7R	900 9R			II	1)
95	312 8R	312 10R			II	1) 2) 3)
94	541 4	543 5			I	
91	887 2	887 2				
91	698 4	698 4			I	
91	549 4u	544 5			IV	
90	307 5	315 4			II	3)
87	121 5	123 5			I	
79	525 6	526 6			I	
78	870 8u	871 4			V	
78	656 5	654 6			I	
77	194 5	198 8			III	
75	326 5	325 6			III	

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 4027.029; 4090.693; 3996.305.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3996.312.

Dhein Bogen			Krebs Bogen			Klasse
[94]			[88]			
3974	732	5 R	729	5	I	
73	148	7	142	5	II	1)
72	528	7 u	525	4	III	
69	128	5	124	5	III	
65	239	2	239	2	II A	
61	006	5	008	4	II	
57	935	6 R	935	6	II	
57	629	2 u	624	2		
56	276	2	281	2		
52	923	8	922	7	II	
52	329	3	328	5	I	
51	733	1 u	737	2		
47	132	4	134	4	II	
46	637	3	637	2	II	
45	323	9	326	6	I	
44	950	3 u	953	2	IV	
42	704	3 u	701	3	IV	
41	735	5 R	742	7	II	1) 2)
40	895	6	894	6	I	3)
38	901	3 u	904	4	V	
35	974	6 R	974	8	II	1)
35	286	2	289	3	III	
34	716	2	716	3	III	
33	921	4	919	5	I	
29	278	3 u	276	4	III	
25	161	3	160	3	III	
22	764	6	831	4	I	
20	738	4	742	5	II	
20	536	2	591	6	III	
20	144	3	143	5	III	
19	638	1	642	2		
17	127	6 u	108	6		1) 3)
15	512	2	519	3		
09	941	7 u	933	6	I	
06	296	7	299	6	I	2)
04	054	1 u	059	3	V	
3898	499	3 u	497	3	III	
94	981	5 R	979	8	II	1)
94	086	9 R	084	10 R	II	1)
93	290	2 u	298	2	V	
93	067	2	067	2	III	
92	125	2	120	3	III	
3891	692	2 u	692	2	V	
85	281	6	—		I	4)
84	609	8	—		I	
81	911	5 R	903	7 R	I	1)
81	877	5 R	877	3		
80	998	1	999	2		
79	913	4	947	3		
78	751	4	748	3		
76	840	8 R	838	6	I	2)
73	957	7 R	—		II	4) 1)
73	117	9 R	117	9 R	II	1)
70	542	6	550	3	III	
66	839	2	836	2		
63	607	3	608	4	III	
61	168	6 R	169	8 R	I	1)
58	300	6	—			
56	799	5	789	6	III	
51	852	5	941	6	III	
50	949	6	951	1	I A	
50	104	3	107	3	III	
45	474	8 R	481	10 R	II	1) 6) 5)
43	693	5	688	4	III	
42	056	6 R	065	6	II	1)
41	460	5	464	5	I	
35	902	3	911	4		
35	688	3	694	3		
35	493	2	499	2		
32	900	3	907	4		
19	916	3	921	5	II	
17	947	4	950	4		
16	876	5	876	4	II	
16	473	5	479	6	I	
16	326	5	321	5	I	
14	464	4	465	4	III	
12	462	5	462	4	III	
11	070	4	072	4	I	
08	106	6	107	4	I	1) 7)
05	777	4	778	4	III	
01	233	1 u	241	2 R		
3783	727	2 u	735	4		
77	540	2 u	553	6	III	
77	080	1	091	2	III	

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3941.790; 3917.125; 3906.295.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3940.885.

4) Hier ist bei Krebs irgendein Irrtum unterlaufen.

5) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3845.473.

6) Vahle [87] hat im Zirkonspektrum gemessen 3845.477.

7) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3808.102; 3755.447.

	Dhein			Krebs			Klasse		Dhein			Krebs			Klasse
	Bogen			Bogen					Bogen			Bogen			
	[94]			[88]					[94]			[88]			
3774	601	3 u		610	6		II		3849	352	6 u	332	7		III
60	408	2		411	4		II		48	140	3	135	3		III
59	687	3		699	5		III		47	643	4 R	660	6		I
55	453	6		455	7		II	1) 2)	47	649	4	667	4		III
54	349	3		353	2		III		45	440	1 u	440	2		III
52	792	1		796	3				45	193	2 u	189	3		III
51	632	4		632	6		III		43	185	5	177	5		II
49	988	6		987	6		II	1)	41	786	4	783	4		II
45	501	6 R		524	3		I	1)	39	445	10	442	6		II
40	196	3		201	5		II		37	318	4	317	4		III
35	931	6		933	7		II		36	717	5	713	4		II
34	387	8		—					34	721	7	714	5		III
34	143	4		143	6		II		33	333	2	331	2		III
33	495	5		496	6		II		32	842	9	842	6		III
32	400	8		395	7		I	1) 1)	31	950	3	951	6		III
31	275	2		279	2		III		31	340	4	330	7		I
30	484	7		484	7		II		28	228	2 u	226	1		
28	845	2		847	2		III		27	807	3 R	809	3		I
26	659	2		660	4		III		26	019	2	007	1		III A
12	180	4		183	5		III		24	955	6	956	6		I
11	648	2 u		655	3		III		24	336	4	336	5		III
08	330	6		336	6		II		20	490	4	490	4		III
07	470	4		479	4		II		18	006	2	006	2		II A
04	061	4 R		075	7		I	1)	15	391	5	389	4		II
02	246	7		246	6		III		12	743	3	—			
3699	015	1 u		030	2		IV		11	704	7	704	5		II
93	479	5		480	5		I		10	464	4 R	—			1)
93	364	2		364	2		III		09	764	3	761	2		III
93	115	5		111	5		I		08	317	2 u	314	2		II A
90	721	4		724	5		II	1)	05	367	4 R	363	6		I
86	480	2		483	3		III	1) 7)	05	013	4	015	4		III
84	956	2		960	2		III		04	469	2	470	4		II
84	479	3 u		479	7		III		02	061	5 R	061	3 R		II
83	052	8 u		054	7		II	1) 1)	00	307	3	309	3		III
76	558	3		554	6		III	1)	3593	514	3	514	5		III
70	083	2		086	3		III		94	369	5 R	373	3 R		II
62	162	6		157	6		II		91	749	3	749	4		III
60	696	1 u		693	2				89	320	2	313	2		
57	919	2		919	3		III		87	188	7 R	185	9 R		II
56	965	4		964	4		I		86	082	4 u	075	3		III
54	445	4		439	4		II		85	303	3 u	305	3		II
52	544	4 R		537	6		I		85	159	4 R	153	3 R		I
51	259	3		252	3		III		84	793	3 u	793	7		I

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3803.102; 3755.447.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3733.393.

4) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3690.723.

5) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3633.053.

6) Vahle [37] mißt 3676.553.

7) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3602.063.

	Dhein		Krebs		Klasse		Dhein		Krebs		Klasse	
	Bogen		Bogen				Bogen		Bogen			
	[94]	[83]					[94]	[83]				
8581	878	3	879	3	II		3521	740	3	741	3	I
79	029	3	027	5	II		21	572	5 R	565	9 R	I
78	904	3	907	5	II		20	087	4 R	088	10 R	II
78	077	3	071	4	II		18	358	6 R	350	9 R	II
77	684	1 u	677	2	V		16	675	2	675	2	III
77	260	2	256	3	II		13	483	4 R	483	8 R	II
75	361	6 R	357	7 R	II	1)	12	643	4 R	640	8 R	II
74	964	5 R	961	6 R	I	1)	10	419	4 R	419	9 R	I
69	382	6 R	377	9 R	II	1)	09	844	4 R	847	10 R	II
68	428	2	427	2	III		08	315	6 R	319	10 R	II
64	955	5 R	953	10 R	I	1)	05	132	3 u	141	2	III
64	644	2	643	1			04	734	4	736	3	III
64	143	3 u	133	3	III		03	716	3	716	3	III
62	919	5	919	3	II		02	281	5 R	288	8 R	II
62	100	4	101	3	III		3496	795	4 u	806	4 R	III
60	896	4 R	895	10 R	I	1)	96	682	2 R	682	5	I
60	304	2 u	305	3	III		96	070	3	072	2	III
58	780	4 u	780	6	I		95	685	6 R	685	10 R	II
53	165	3	161	3	III		91	993	2 u	987	2	III
52	987	6	985	6	II		91	324	3 R	322	3	I
52	719	3	714	5	I		90	741	3 R	739	6	I
51	663	2	659	1	III		89	406	5 R	405	9 R	II
50	599	5 R	593	6 R	I	1)	87	719	3	717	4	II
48	450	7	444	6	II		85	705	2	700	2	II
46	707	4	705	5	III		85	346	7 u	375	7	III
43	268	7	260	7	II	2)	83	415	3 R	416	8 R	I
42	976	2 u	978	1	IIA		83	147	2	144	1	III
42	517	2 u	510	1			80	023	2 u	021	4	II
34	772	4	772	4	III		78	745	4	744	5	II
33	363	6 R	361	7 R	I	1) 2)	78	563	4	565	4	III
30	553	2	551	1	III		77	353	3 u	351	3	III
29	815	8 R	811	7 R	II	1) 2) 3)	76	366	4 u	365	2 R	IV
29	037	4 R	030	6 R	I	1) 2) 4)	74	536	3	532	4	I
27	952	4	942	3	III		74	019	9 R	018	10 R	II
26	856	9 R	847	10 R	II	2) 4) 1)	71	332	6 u	330	5	III
25	890	3	876	2	III		69	688	2 u	688	1	
23	706	5	701	5	II		68	938	4 u	934	3	III
23	436	4 R	436	7 R	I	1) 4)	68	594	2 u	601	1	IV
22	856	3 u	851	4	III		65	796	6 R	792	10 R	II

1) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3533.359; 3529.312; 3529.089; 3526.854; 3520.085; 3518.851; 3513.488.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 8529,816.

4) Vahle [87] hat im Zirkonspektrum gemessen 8529.040; 8526.858; 8528.440; 8520.088; 8518.858.

5) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 8512.648; 8506.817; 8502.285; 8496.679; 8495.884.

6) Vahle[87] hat im Zirkonspektrum 3512.640; 3509.849; 3506.314; 3502.281; 3489.401; 3462.808.

7) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 8485.844.

	Dhein			Krebs			Klasse			Dhein			Krebs			Klasse		
	Bogen			Bogen						Bogen			Bogen					
	[94]			[88]						[94]			[88]					
8468	496	3		499	1		III			8417	798	4	801	3		I		
62	807	6 R		809	10 R		II	1) 2) 3)		17	678	3	675	3		III		
61	170	6 u		178	5		III			17	158	4 R	152	9 R		II	6) 2) 10)	
56	986	3		982	4		I			15	527	3	523	2		I		
55	236	3 R		232	4		I	4) 2)		12	686	3 R	680	8 R		II	11) 2)	
54	231	2 u		236	1					12	835	4 R	835	8 R		II	11) 2)	
53	513	6 R		511	10 R		II	5) 6) 2)		09	645	2	643	2				
52	334	2 u		331	2		III			09	176	4 R	170	10 R		II	11) 2) 12)	
49	443	6 R		443	9 R		II	5) 2) 7)		05	120	7 R	111	10 R		II	11) 2) 12)	
49	171	6 R		178	8 R		II	5) 6) 2) 7)		02	072	2 u	061	4 R		III		
48	362	2 u		358	2		III			01	914	2 u	910	3				
47	281	3		283	2		IV			3398	820	6	—			III		
46	081	4 u		080	4		III			95	378	10 R	352	7		II	2) 13) 12)	
43	646	3 R		645	7 R		II	3) 6) 2) 7)		94	902	3	890	1		III		
43	192	4		198	4		III			90	797	5	780	2		III		
42	924	4 R		922	3 R		II	2)		90	404	6	386	3		III		
41	146	3 u		151	2		IV			88	175	9 R	151	4		II	2) 13) 14)	
38	904	4 u		907	4		IV			85	553	3 u	529	1		IV		
38	710	3 u		703	2		III			85	227	9 R	197	4		II	2) 13) 15)	
36	965	2 u		961	2		III			83	914	5	885	2		III		
35	755	3 u		753	1					81	499	7	479	2		III		
33	043	6 R		037	7 R		II	5) 6) 2)		78	752	6	747	3		III		
31	579	3 R		578	5 R		II	2)		78	368	5 u	—			III		
29	702	3 u		700	1		IV			77	060	8 R	048	4		II		
28	764	3 u		765	2		III			76	217	5	192	2		III		
28	226	3 u		219	5		III			74	306	6	289	2		III		
26	454	2 u		453	2		III			73	974	5	955	2		III		
24	506	4		504	4		II			73	232	6	218	3		III		
22	896	3		891	3		III			70	330	5	312	4		I		
21	627	3		623	2		III			68	575	3 R	552	1				
20	790	4		783	5		III			67	114	4 R	099	6		II		
20	432	2		432	3		II			64	268	3	243	2		III		

1) Vahle [87] hat im Zirkonspektrum 3512.640; 3509.849; 3506.314; 3502.261; 3499.401; 3492.808.

2) Diese Linien sind auf Zeemaneffekt untersucht.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3492.808.

4) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3455.235.

5) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3453.518; 3449.448; 3449.175; 3443.650; 3433.044.

6) Vahle [87] hat im Zirkonspektrum gemessen 3453.518; 3449.172; 3443.646; 3433.040; 3417.157.

7) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3449.447.

8) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3449.172.

9) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3443.645.

10) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3417.162.

11) Vahle [87] hat im Zirkonspektrum gemessen 3412.634; 3412.335; 3409.179; 3405.117.

12) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3409.177; 3405.122; 3395.877; 3388.175; 3385.228 [1].

13) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3395.332.

14) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3388.174.

15) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 3385.261.

	Dhein		Krebs		Klasse		Dhein		Krebs		Klasse	
	Bogen		Bogen				Bogen		Bogen			
	[94]		[88]				[94]		[88]			
3363	768	3 u	743	2	IV		3305	732	4	727	2	III
63	272	3 u	251	2	III		05	110	5	108	2	IV
62	804	6 u	785	3	III		04	790	4	786	1	IV
61	278	3	261	1			04	119	3	114	2	IV
59	299	5	279	3	III		03	880	6	871	2	II
59	085	3	059	1	III		3298	674	8	669	4	III
58	016	3	994	1	III		94	537	4	529	2	IV
56	861	3 u	830	2	III		93	860	4	872	1	III
56	473	8	468	3	III		93	214	4	208	2	III
55	122	3	105	1	III	1)	92	078	3	059	2	III
54	388	6 R	375	5	II	2)	87	569	4	565	1	III
54	218	3 u	207	1	III?		87	196	7	189	3	II
51	549	5 u	533	2	III		83	781	6	785	1	II
48	120	5	106	4	II		83	452	10 R	448	3	I
47	582	3 u	560	1			83	324	6	325	2	III
46	940	10 u	922	3	III	3)	80	677	4	671	1	
42	718	6	702	5	III		79	250	5	251	2	II
41	980	4	940	3	III		78	840	7	851	2	III
41	848	4	833	3	III		78	102	3	101	1	IV
39	788	6 u	775	4	III		77	680	4 u	670	1	III
38	526	3	530	1	III		77	308	7	308	2	III
37	175	3	152	3	I		76	476	6	471	2	III
34	131	5 R	139	6	II	4)	71	778	4 R	776	3	II
33	890	5	879	3	I		70	190	4	183	1	IV
29	478	5 u	471	2	III		65	350	6 R	344	1	III
29	020	3 u	009	1	III		64	842	6	837	3	I
28	215	4 u	197	2	III		63	210	5	204	2	II
26	980	6 u	980	5	III		60	817	7 R	810	2	II
26	568	4	556	1	III A		58	025	8	018	2	III
25	240	6	233	4	II		54	201	10 R	191	5	II
22	318 NIP4		298	5	III		49	994	7	987	3	II
22	208	10	—				47	176	7 R	167	5	II
21	920	4	908	1	III		46	993	5	985	2	III
19	880	7	812	3	III		43	840	8 R	823	5	II
19	480	10	487	3	II		43	590	3	570	1	III
19	180	8	143	2	III		37	028	7	011	3	II
18	404	5	398	1	II		35	535	7	526	3	II
15	671 NIP8 r		—				32	890	9	—		
15	085	4 r	029	2	III		26	995	6 R	—		
14	077	9	062	3	III		25	026 NIP4		—		
13	122	4	108	2	IV		24	636	7	625	2	III
12	838	5	827	1	III		19	155	6	143	3	II
12	158	8	142	3	II		10	220	6	218	3	III
08	807	6	803	2	III		03	080	3	023	2	I
08	494	5	483	2	III		3199	825	3	315	2	I
07	154	7	150	3	II		98	661	6	657	2	II

1) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 8355.126.

2) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 8354.880.

3) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 8346.942.

4) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3334.152.

5) Im Eisenspektrum mißt Burns [70] 8276.477.

	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [88]	Klasse
3193	162	5	158 2 II
92	224	3	217 2 III
91	300	5	294 1 II
89	766	5	747 2 I
88	371	7	364 3 III
86	346	6	339 2 I
85	950	5	947 1 III
82	122	7	116 3 III
80	280	3	280 1 III
77	266	7	259 3 III
74	905	7	900 2 III
74	186	3	127 1 III
69	766	8	758 3 III
68	053	9	045 2 III
61	650	5	645 2 III
59	660	6 R	652 4 II
58	769	6 R	754 5 II
54	785	7	778 4 II
54	675	7	685 2 III
52	702	6	693 5 III
49	304	6 R	294 4 II
47	080	7 R	061 5 II
39	943	7 R	940 6 II
37	750	5	—
37	454	4	442 1 III
37	325	6 R	314 5 II
36	721	5	717 2 II
29	478	5	469 1 III
28	997	3	989 1 II
27	244	5	234 2 I
26	710	4	704 1 III
21	580	4 R	549 4 II
21	414	4 R	407 4 II
18	240	2	236 2 II
13	470	5	467 3 III
11	833	3	828 1 III
10	817	4	812 2 I
10	010	4	016 2 III
09	504	4	502 2 III
07	041	3 u	037 1 III
05	457	2	455 2
03	990	2	988 2 III
03	735	4	732 2 III
02	400	3	398 2 III
3098	185	4	182 1 II
90	250	4	244 2 III
89	593	5	591 3 II
87	802	2	798 2 III
86	778	6 R	770 4 R II

	Dhein Bogen [94]	Krebs Bogen [88]	Klasse
3086	397	4	392 2 III
82	614	5 R	609 3 R II
79	390	4	391 2 II
78	520	4	507 2 III
72	346	5 R	331 4 R II
71	954	5	942 2 I
64	375	5	361 3 II
62	198	4	178 2 II
61	825	5	806 4 R II
60	051	6	036 2 III
50	938	3	—
50	500	3	481 2 III
48	392	6	387 5 II
44	007	8 R	987 8 R II
42	482	6	466 4 II
39	580	4	552 1 III
34	4.6	6	420 3 II
26	366	4	368 2 III
22	364	3 u	363 2 III
17	552	5 R	531 4 II
17	261	3	243 1 III
15	691	3	677 1 III
13	598	5	577 3 II
08	768	4	750 2 III
00	554	5	535 3 II
2995	155	4	137 1
89	599	6 R	571 4 R II
87	172	5 R	144 3 R II
84	126 N 178		121 3
82	265	3	254 2 III
78	016	2	010 2
57	681	3 u	671 3
55	337	3	330 3
29	516	4	506 4
28	319	3	304 3
27	672	4	661 4
19	560	2	546 3
08	199	3	190 2
2999	320	4	311 2
95	433	3	474 1
86	443	5	434 1
82	221	2	207 2
79	625	2	616 2
78	580	3	554 3
72	490	3	479 2
62	610	4	601 2
61	361	2 r	343 2
59	660	2	653 2
50	956	2	947 3

1) Im Spektrum des Ni hat Hamm [75] gemessen 3048,995.

Dhein		Krebs		Dhein		Krebs		Krebs		Krebs		Krebs		Krebs	
Bogen		Bogen		Bogen		Bogen		Bogen		Bogen		Bogen		Bogen	
[94]		[88]		[94]		[88]		[88]		[88]		[88]		[88]	
50	051	3	042	4	2680	109	2	115	2	2544	330	2	2396	287	2
42	388	3	382	2	79	758	2	782	3	41	952	2	91	888	2 u
37	158	3	151	4	75	987	4	985	3	28	968	3R	89	526	2
34	425	1	424	3	73	925	2	924	2	25	565	2	86	348	2
33	928	1	917	3	63	531	4	530	2	21	861	2	83	453	3
20	003	3	995	4	50	271	4	268	2	17	875	2R	78	621	3
18	596	2	593	3	49	940	3	933	3	11	012	2R	73	400	3
15	557	4	551	5	48	648	4	650	3	06	915	2	71	758	2
14	979	2	977	2	46	420	4	418	2	06	474	3	71	395	3
11	526	2	529	2	44	780	2	778	2	00	529	2 u	69	819	2
11	126	2	126	2	29	977	2	969	2	2493	918	3	69	567	2
08	775	3	774	3	23	752	2	744	2	70	280	2 u	66	884	2
98	661 NI? 3	—	—	—	22	434	2	433	1	64	206	2	63	528	3
97	086	2	077	2	22	064	3	053	1	62	084	2	62	004	2
98	236	3	231	3	14	132	2	131	2	60	816	2	61	174	2
92	442	2	433	2	2599	211	2	206	2	60	203	3	57	753	2
91	016	2	006	2	90	606	2 u	605	3	41	044	2	57	061	2
35	912	3	910	2	87	—	—	229	3	36	663	2	54	825	2
78	830	3	814	1	85	—	—	344	3	35	071	2 u	52	873	3
75	533	2 u	578	2	80	—	—	841	2	32	213	3R	52	287	3
74	964	2	960	2	80	—	—	827	4	28	547	2	50	777	2
38	696	2 u	690	2	78	—	—	926	2	26	997	2	49	632	2
36	225	4	218	3	74	—	—	884	2	24	938	3R	46	673	2
34	193	4	162	3	74	—	—	366	3R	23	623	2	44	752	2
31	373	3	371	4	73	—	—	471	2	23	569	2	35	191	2
32	078	2	063	2	72	—	—	242	2	19	127	2 u	29	147	3
35	108	4	098	4	67	—	—	401	2	17	656	2	27	842	2
30	470	3	461	4	64	—	—	036	3	15	299	2R	25	152	2
31	118	4	110	3	62	—	—	140	2	14	450	2R	24	804	2
5	993	3	984	3	61	—	—	288	2	12	377	2	22	939	4
35	857	3 u	850	2	59	—	—	403	3	11	624	3R	21	255	2
35	853	4	849	2	56	—	—	762	2	08	744	2	15	954	2
34	680	2	675	2	53	—	—	870	2	07	260	3R	13	710	4
35	840	3	842	3	53	—	—	029	2	04	168	3	11	942	2

Krebs			Pfla			Exner u.			Krebs			Pfla			Exner u.		
Bogen			Bogen			Haschek			Bogen			Bogen			Haschek		
[88]			[88]			Funke			[88]			[88]			Funke		
2299	387	2	78	3	78	3	2291	144	1	50	5	42	2				
99	—		19	1	—		90	888	1	60	3	63	1				
98	726	1	77	1	74	2	90	—		1 NI?		35	1				
98	—		39	4	28	2	89	693	1	56	2	—					
96	253	1	74	3	—		89	173	1	19	1	11	1				
96	—		09	3	5.94	2	88	—		84	2	59	1				
95	—		23	4	23	1	87	—		87	6	36	1				
94	—		04	3	—		86	397	1	21	5	18	6R				
93	233	1	46	4	58	2	85	—		50	3	31	1				
92	—		05	4	01	3	84	—		96	3	93	1				

Krebs				Pfla				Exner u.				Krebs				Pfla				Exner u.			
Bogen				Bogen				Haschek				Bogen				Bogen				Haschek			
[88]				[88]				[88]				[88]				[88]				[88]			
2284	—	48	8	—	—	—	—	2287	—	25	8	—	—	—	81	4	81	1	—	—	—		
83	671	8	58	8	58	2	—	86	—	81	4	81	1	—	86	4	8	1	—	—	—		
88	—	09	2	—	—	—	—	84	—	88	4	8	1	—	83	8	—	—	—	—	—		
82	924	1	—	—	—	—	—	88	—	83	8	—	—	—	278	1	24	8	—	—	—		
82	818	1	—	—	89	1	—	82	900	1	98	8	—	—	82	900	1	98	8	—	—		
81	888	1	94	2	94	2	—	82	—	84	8	48	1	—	82	—	84	8	48	1	—		
81	—	41	2	—	—	—	—	82	—	15	8	07	2	—	81	—	85	8	—	—	—		
81	—	04	2	01	1	—	—	80	807	1	26Cu?8	51	2	—	80	807	1	26Cu?8	51	2	—		
79	—	58	4	08	1	—	—	29	121	1	87	8	—	—	29	121	1	87	8	—	—		
78	717	1	38	8	50	1	—	28	—	88	8	—	—	—	28	—	88	8	—	—	—		
78	828	1	56	6	58	1	—	28	—	41	1	—	—	—	28	—	41	1	—	—	—		
76	—	92	8	—	—	—	—	27	—	84	4	—	—	—	27	—	84	4	—	—	—		
75	—	58	8	44	1	—	—	26	050	1	—	88	2	—	26	050	1	—	88	2	—		
74	—	60	5	54	1	—	—	25	650	1	99	2	—	—	25	650	1	99	2	—	—		
73	778	1	—	—	—	—	—	25	—	77	8	—	—	—	25	—	77	8	—	—	—		
72	—	27	2	27	2	—	—	25	—	48	8	—	—	—	25	—	48	8	—	—	—		
69	879	1	—	—	—	—	—	25	—	—	0u	4.88	2	—	25	—	—	0u	4.88	2	—		
68	—	88	8	74	1	—	—	24	—	16	1	40	1	—	24	—	16	1	40	1	—		
68	—	24	8	16	1	—	—	23	684	1	—	2.96	2	—	23	684	1	—	2.96	2	—		
67	—	17	2	—	—	—	—	21	—	99	8	8	1	—	21	—	99	8	8	1	—		
66	—	07	2	—	—	—	—	20	—	18	8	11	2	—	20	—	18	8	11	2	—		
65	818	1	81	2	74	1	—	19	—	27	2	07	1	—	19	—	27	2	07	1	—		
65	214	1	—	8	1	—	—	18	—	89	8	—	—	—	18	—	89	8	—	—	—		
64	—	98	8	89	1	—	—	17	—	88	2	28	1d	—	17	—	88	2	28	1d	—		
64	—	50	8	20	1	—	—	16	—	76	4	45	2	—	16	—	76	4	45	2	—		
62	—	68	8	62	1	—	—	15	807	1	—	—	—	—	15	807	1	—	—	—	—		
61	806	1	48	1	58	1	—	14	—	91	4	80	1	—	14	—	91	4	80	1	—		
60	—	09	1	08	8	—	—	18	—	92	6	88	1	—	18	—	92	6	88	1	—		
59	995	1	60?	2	14	1	—	12	—	88	4	—	—	—	12	—	88	4	—	—	—		
58	—	85	8	65	1	—	—	11	241	1	48	8	48	2	—	11	241	1	48	8	48	2	
57	—	64	8	8	1u	—	—	10	178	1	0	0	06	1	—	10	178	1	0	0	06	1	
56	—	84	4	75	8	—	—	08	—	59	8	—	—	—	08	—	59	8	—	—	—		
55	—	21	2	66	1	—	—	07	—	89	5	92	2	—	07	—	89	5	92	2	—		
54	—	96	8	99	1	—	—	06	—	27	2	28	2	—	06	—	27	2	28	2	—		
53	—	91	8	87NIP	2	—	—	05	—	98	8	87	1	—	05	—	98	8	87	1	—		
52	—	6	8	48	2	—	—	04	—	9	8	5.09	1	—	04	—	9	8	5.09	1	—		
52	—	77	8	88	1	—	—	02	—	96	1	98	2	—	02	—	96	1	98	2	—		
51	539	1	89	2	88	1	—	01	—	59	4	—	—	—	01	—	59	4	—	—	—		
50	416	1	58	4	58	1	—	00	—	51	8	48	1	—	00	—	51	8	48	1	—		
49	—	08	8	8.67	1	—	—	2199	—	66?	4	—	—	—	2199	—	66?	4	—	—	—		
47	—	87	2	8.1	1u	—	—	98	—	85	0	—	—	—	98	—	85	0	—	—	—		
46	—	61	8	1	1u	—	—	98	—	28	1	81	1	—	98	—	28	1	81	1	—		
45	—	51	8	—	—	—	—	97	—	68	2	—	—	—	97	—	68	2	—	—	—		
45	—	17	4	18	8	—	—	97	—	81	4	—	—	—	97	—	81	4	—	—	—		
44	—	17	2	48	1	—	—	96	—	99	1	—	—	—	96	—	99	1	—	—	—		
43	—	26	8	88	1	—	—	98	—	59	5	—	—	—	98	—	59	5	—	—	—		
41	858	1	71	2	64	1	—	94	776	1	65	8	—	—	94	776	1	65	8	—	—		
41	527	2	—	—	—	—	—																
40	—	81	2	18	1	—	—																
37	—	68	0	—	—	—	—																

	Piña Bogen		Exner u. Haschek Funke		Bloch Funke	McLen- nan Funke
	[86]		[66]		[76, 77]	[92]
2193	67	3	63	2		
92	57	2	52	2		
91	90	2	—			
90	68	1	72	2		
90	3	3	—			
89	40	1	—			
88	9	1	9.00	1		
87	29	3	06	1		
86	79	4	—			
86	09	1	—			
84	92	2	—			
84	31	1	—			
82	57	3	02	1		
81	77	2	7	1		
81	12	3	—			
80	01	3	18	1		
79	37 Cu?	1	—			
78	92 Cu?	1	—			
78	61	1	6	1		
78	08	1	—			
77	10	0	—			
76	50	1	—			
74	67	3	5.18 Ni?	1		
74	44	3	08	1	00	3
73	89	3	—			
73	15	3	37	1	28	3
72	24	1	—		24	1
70	64	2	—			
68	79	3	—		87	1
66	36 Fe?	2	—			
65	6	3	—		69	2
65	14 Cu?	2	—			
63	60	3	—		58	1
63	09	2	—			
62	28	1	—			
58	61	1	—			
58	34	3	—			
57	01	1	—		6.98	2
55	26	1	—			
54	11	2	—			
52	16	2	—		3.38	1u
48	70	0	—		53	2
47	79	1	—			
46	30	2	—		16	2
45	51	2	—			
38	98	0	—			7 4
37	82	1	—			
32	87	0	—		3.16	3
27	18	1	—			
25	17	1	—		4.95	2

	Piña Bogen		Bloch Funke	McLen- nan Funke
	[86]		[77]	[92]
2121	3	0	—	—
20	9	0	—	—
19	99	0	—	—
17	0	0	92	1
15	43	2	—	—
13	63	1	4.26	1u
11	50	1	39	2
09	09	3	50	2
06	97	4	78	1
04	80	4	5.31	1
2099	35	0	—	3 2
98	92	1	50	1
97	63	3	53	1
95	77	2	—	—
95	13	0	—	—
94	80	1	28	1
93	44	2	2.78	2
61	—	—	—	1.5 5
27	—	—	02	3
25	—	—	71	2
22	—	—	29	3
13	—	—	88	1
11	—	—	54	7
08	—	—	24	1
00	—	—	78	2
1993	—	—	44	1
94	—	—	67	1
92	—	—	92	1
88	—	—	85	3
86	—	—	88	1
84	—	—	16	1
83	—	—	24	4
80	—	—	62	1
79	—	—	32	1
78	—	—	18	1
76	—	—	25	3
74	—	—	18	3
71	—	—	09	1
69	—	—	25	4
68	—	—	15	2
62	—	—	84	2
60	—	—	61	1
58	—	—	58	5
58	—	—	58	5
55	—	—	04	3
53	—	—	99	4
53	—	—	06	1
52	—	—	30	1
51	—	—	31	1
50	—	—	09	3

		Bloch Funke	McLen- nan Funke			Bloch Funke	McLen- nan Funke			Bloch Funke	McLen- nan Funke
		[77]	[92]			[77]	[92]			[77]	[92]
1949	81 4	—		1980	20 1	—		1895	47 1	—	
46	00 2	—		29	08 2	9.5	9	93	—	3.8	4
44	48 1	—		27	86 4	—		81	92 1	—	
48	46 1	—		26	97 1	—		72	44 1	—	
41	64 2	—		22	64 1	—		61		1.4	10
40	52 6	—		18	44 3	—		53		3.0	10
39	41 3	9.5	2	16	98 2	—		19		9.8	2
38	85 1	—		12	—	2.2	2	1740		0.8	1
36	26 2	—		10	16 1	—		10		0.9	2
34	21 1	—		07	85 1	—		1689		9.9	7
32	41 1	—		00	88 1	—					

Bloch [99]	Bloch [99]	Bloch [99]	Bloch [99]	Bloch [99]
1845.5 2	1785.8 1	1645.8 2	1581.9 3	1526.5 2
85.1 3	83.0 1	42.4 2	81.1 1	36.4 2
30.5 3	30.2 1	41.0 1	79.8 3	25.6 2
25.5 1	28.3 1	39.3 1	78.3 1	24.1 2
23.1 2	28.6 1	36.5 2	76.8 3	23.2 1
21.2 2	20.1 1	33.2 1	75.7 3	21.7 2
18.5 1	18.0 2	31.8 3	74.2 2	20.6 1
12.6 2	15.9 2	28.2 2	72.4 2	18.2 2
08.2 1	07.2 4	25.9 1	71.3 1	11.6 1
04.4 2	02.8 2	24.5 3	70.2 1	07.7 1
00.4 1	1898.3 2	22.7 2	67.4 1	05.6 2
1797.8 2	96.1 3	21.0 1	64.9 1	04.5 1
91.6 1	93.5 1	18.8 2	63.2 1	02.3 3
90.4 4	91.7 1	15.8 1	58.9 1	00.8 2
89.0 1	89.6 2	14.1 1	57.4 1	1499.0 2
86.9 3	86.9 2	12.2 3	55.2 1	97.2 1
82.6 3	83.2 3	09.3 1	52.8 2	95.2 1
81.4 1	79.8 1	07.6 2	45.8 1	92.1 2
80.0 1	77.3 1	06.7 2	44.2 1	90.4 1
77.1 1	74.2 1	03.9 1	42.2 3	86.8 1?
72.8 5	72.9 1	01.2 3	40.3 1	75.3 1?
69.8 1	70.7 1	1599.4 1	39.2 1	72.3 1?
68.2 1	68.7 1	96.8 2	38.0 2	68.4 2?
60.0 5	66.7 2	94.5 2	37.1 1	65.6 2?
56.3 1	65.6 2	93.1 2	35.4 2	62.6 2?
54.2 1	61.4 2	90.4 1	34.1 3	59.5 1?
51.5 2	58.8 1	88.0 1	32.4 1	55.6 1?
48.0 1	52.3 1	86.0 1	30.9 1	
39.0 1	47.8 1	83.2 3	29.5 1	

Röntgen-Gebiet. (XE)¹⁾.

K	Siegbahn	Dolejšek	Hjalmar	Sten- son	Siegbahn	Siegbahn u. Sten- ström	Moseley	
	[102]	[101]	[100]	[96]	[89]	[82]	[80]	
α_2	1790.06			1789.62			1798	K — L ₂
α_1	85.78				1785.24	1785		K — L ₁
α_3	17	1777.4		1770		1781		
α_4								
β_1	16		1617.15		1617.68	1613		K — M ₂
β_2	16		1606			1602	1629	K — M ₁

Als Restlinien des Co nennt Gramont [53] im Sichtbaren λ 4121.3 und 4118.8, im ganzen Spektrum [63] 2389, eine Linie, welche nur im Funkenspektrum stark ist. Dagegen geben Hartley und Moss [64] 2582.2 und 2580.3 an. Ähnlich untersucht Pollok [67] das Verhalten von Cobaltsalzen verschiedener Mengen in Geißleröhren.

Huber [52] untersucht den Einfluß der Selbstinduktion sowohl auf Co allein, als auf eine Legierung mit Cu. Dabei sollen im reinen Co alle Linien, deren Wellenlänge kleiner als 2990 ist, geschwächt werden oder verschwinden, die mit größerer Wellenlänge verstärkt werden oder auch neu auftreten. In der Legierung sollen die Co-Linien stärker sein als im reinen Metall. Die Detailangaben sind im Original nachzusehen.

Feinstruktur der Co-Linien hat zuerst Janicki [49] untersucht. Er gibt an, alle Linien seien einfach bis auf 4629.3, 4581.6, 4565.6, 4549.6. Walli-Mohammad [62] bestätigt dies für die erste dieser Linien, die ein Paar mit dem Abstand 0.044 sei; bei den drei andern aber liege nur eine Täuschung durch Umkehr vor.

Der Zeemaneffekt war zuerst durch Kent²⁾ für 13 Linien untersucht, von welchen aber wohl zwei nicht zu Co gehören. Jetzt sind weitere Messungen von Graafdijsk [56, 65] und von Rybár [58] zu verzeichnen. Erstere gibt für 18 Linien zwischen λ 4121 und λ 3474 die Größe $\frac{\delta\lambda}{H\lambda^2}$ an, wo $\delta\lambda$ die Aufspaltung,

die Intensität des Feldes bezeichnet; der Wert schwankt zwischen etwa 5 und 17. Genauere Angaben macht Rybár: Die Linien 3385.2, 3388.1, 3463.8 werden in je zehn Komponenten zerlegt, die Linien 3495.6, 3550.5, 3704.0 in je acht, die Linien 3491.3, 3560.8, 3941.7 in je sieben. 16 Linien waren in Quadruplets aufgelöst, 106 in Triplets. Unter den Quadruplets zeigen drei die gleiche Auflösung, und Rybár meint in ihnen den Anfang einer Serie zu sehen, ebenso wie in den drei Linien mit sieben Komponenten. Diese Gruppen von 3 Linien haben auch dieselben Schwingungsdifferenzen:

1) Neuerdings geben Siegbahn und Dolejšek (Zs. für Phys. 10 p. 159—168, 1922) auch die Linien $K_{\alpha 1} = 1785.28$, $K_{\beta 1} = 1617.13$, $K_{\gamma 1} = 1605.4$, $K_{\beta 1} = 1619.7$.

2) N. A. Kent, Notes on the Zeeman-effect. Astrophys. J. 13 p. 289—319 (1901).

λ	Schwingungs- differenz	λ	Schwingungs- differenz
3455.2	580.8	3491.3	559.4
3523.4	3267.1	3580.8	3267.0
3894.9		3941.7	

Den Effekt des elektrischen Feldes hat Takamine [90] untersucht, und er gibt eine Liste von 48 Linien, an welchen er eine Verschiebung oder Aufspaltung gefunden hat. Von diesen sind freilich 20 bisher nicht als Co-Linien bekannt, und es bleibt zweifelhaft, ob es sich um Verunreinigungen oder neu auftretende Linien handelt.

Eine beschränkte Anzahl von Linien — wohl nur die mit Selbstumkehr — hat Paulson [78, 79] auf gleiche Schwingungsdifferenzen untersucht und gibt folgende Tabelle, welche die Wellenlängen und die Schwingungsdifferenzen enthält:

3873.30	188.63	3512.80	188.63	3433.18	188.14	3845.80	975.28	3449.54	34.58
3894.21		3529.99		3449.54		3895.45		3458.66	
3569.59	188.31	3489.57	188.12	3407.35	188.48	3412.50	975.34	3406.27	34.68
3587.80		3508.47		2415.40		3529.99		3409.29	

Die Wellenlängen entnimmt Paulson bei Exner und Haschek, und da hier Fehler von einigen hundertel Å vorkommen, so könnten die Schwingungsdifferenzen als gleich gelten. Aber inzwischen sind die weit genaueren Messungen von Krebs und Rhein gewonnen. Die Wellenlängen, welche für die Schwingungsdifferenz 188 in Betracht kommen, stimmen bei diesen beiden Beobachtern im Mittel auf 0.008 Å überein, die größte vorkommende Differenz beträgt 0.006. Wir können also sagen, diese Wellenlängen sind bei Krebs auf 0.005 Å genau, was in den Schwingungszahlen einem möglichen Fehler von etwa 0.05 entspricht. Die Schwingungsdifferenzen müßten also, wenn sie wirklich gleich wären, auf 0.1 identisch sein. Aber Krebs berechnet aus ihren Zahlen diese Differenzen zu:

189.02, 189.08, 188.49, 188.24, 189.02, 188.54, 188.26.

Man sieht, daß wir nicht 7 Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz haben; vielleicht ist das erste, zweite und fünfte Paar identisch, ebenso das dritte mit dem sechsten, und das vierte mit dem siebenten. Aber wenn in einem so linienreichen Spektrum zwei oder drei Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz vorkommen, spricht das noch durchaus nicht für eine Gesetzmäßigkeit.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen ist neben den Absorptionsgrenzwellenlängen nur die K-Serie bisher bekannt. Nachdem schon Moseley [80] zwei Gruppen α und β gemessen hatte, sind die Messungen schrittweise durch Siegbahn und Stenström [82], Siegbahn [89] Stenstrom [96], Hjalmar [100], und Dolejšek [101] ergänzt und verbessert worden. In [102] gibt Siegbahn eine Zusammenstellung mit etwas korrigierten Zahlen, die in der Tabelle p. 275 mit angeführt sind. In dieser Tabelle stehen die Messungen nach ihrer zeitlichen

Reihenfolge, so daß die älteren, die erheblich falsch sind, rechts stehen. Die Werte in der ersten, zweiten und dritten Spalte sind zur Zeit wohl die zuverlässigsten. Vor der Tabelle, in der ersten Spalte, ist die Linienbezeichnung nach Siegbahn angeführt, in der letzten Spalte die Systematik nach Wentzel. Die Wellenlänge der K-Absorptionsgrenze ist nach Duane und Kang-Fuh-Iu [93] gleich 1601.8.

In bezug auf ein Bandenspektrum sind die Kenntnisse sehr wenig gewachsen. Eder und Valenta [61a] finden, daß das Chlorid in der Sauerstofflamme eine Anzahl von Banden liefere, die man auch in ihrer Photographie recht gut sieht. Sie messen aber nichts. Harnack [57] findet, daß das Spektrum, welches vom Chlorid in der Sauerstofflamme entsteht, verschieden sei von dem in der Chlorknallgaslamme; die in letzterem Falle auftretenden Banden — die er aber auch nicht mißt — will er dem Cobaltchlorid zuschreiben. Einige Angaben über das Verhalten in der Chlorlamme macht auch Andrade [69], der gleichfalls ein für das Cobaltchlorid charakteristisches Spektrum bei Zusatz von Chloroform zu einer Leuchtgaslamme findet.

Auf einige Arbeiten über die Absorption von Cobaltsalzen [50, 54, 55, 59, 31, 71, 72, 73], oder die Drehung der Polarisations Ebene in der Nähe der Absorptionsstreifen solcher Salze [60] sowie über die Absorption und Reflexion kathodisch hergestellter dünner Cobaltschichten [97] soll in diesem Zusammenhange nur hingewiesen werden.

Cassiopeium (Cp).

Siehe Lutetium.

Chrom (Cr = 52.1, γ = 24).

Literatur.

- [53] W. E. Adeney, Photographs of spark-spectra... Part III. The ultra-violet spectra of platinum and chromium. *Proc. Roy. Dublin Soc.* [2] 10, 2 p. 235–249 (1904).
- [54] A. Hantzsch und H. Clark, Optische Untersuchung des Zustandes von Chromat- und Permanganatlösungen. *Zs. physik. Chem.* 68 p. 367–381 (1903).
- [55] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. *Wien. Ber.* 118, IIa p. 1077–1100 (1909).
- [56] A. Dufour, Observations faites parallèlement aux lignes de forces... *Le Radium* 6 p. 298–306 (1909).
- [57] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. *C. R.* 150 p. 37–40 (1910).
- [58] H. C. Jones an W. W. Strong, The absorption spectra of various salts in solution... *Americ. chem. J.* 43 p. 37–128 (1910).
- [59] A. Dufour, Sur les triplets dissymétriques... *C. R.* 150 p. 614–615 (1910); *Le Radium* 7 p. 74–76 (1910).
- [60] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. *Wien. Ber.* 119, IIa p. 519–518 (1910).
- [61] F. E. Baxandall, Researches on the chemical origin of various lines in solar and stellar spectra. *Solar Physics Committee* 1910.
- [62] A. Hantzsch, Optische Untersuchungen über die Chromophoren farbiger Salze und Säuren. *Zs. physik. Chem.* 72 p. 362–380 (1910).
- [63] A. Dufour, Dissymétrie dans le phénomène de Zeeman... *J. de phys.* [4] 9 p. 277–297 (1910).
- [64] H. D. Babcock, The Zeeman effect for chromium. *Astrophys. J.* 33 p. 217–233 (1911).
- [65] H. du Bois und G. J. Elias, Der Einfluß von Temperatur und Magnetisierung bei selektiven Absorptions- und Fluoreszenzspektren. *Ann. d. Phys.* [4] 35 p. 617–678 (1911).
- [66] J. E. Purvis, Note on the Zeeman effect for chromium. *Astrophys. J.* 34 p. 312–313 (1911).
- [67] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. *Wien* 1911.
- [68] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. *Leipzig und Wien bei Deuticke* 1911 und 1912.
- [69] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. *Dissert. Göttingen* 1912.
- [70] A. de Gramont, Sur les raies ultimes et de grande sensibilité du chrome, du manganèse... *C. R.* 155 p. 276–279 (1912).
- [71] O. Lüttig, Das Zeemanphänomen von Cu, Fe, Au, Cr, Ni, Pd, Mn und A im sichtbaren Spektrum. *Ann. d. Phys.* [4] 36 p. 43–70 (1912).
- [72] J. H. Pollok, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. *Proc. Dublin Soc.* [2] 13 p. 253–258 (1912).

- [73] C. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* [6] 27 p. 1024—1034 (1913).
- [74] K. Burns, The arc spectrum of iron. *Lick Observat. Bull.* Nr. 247, Vol. 8 p. 27 bis 46 (1913); *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 207—235, 13 p. 235—244 (1913).
- [75] H. Smith, The spectroscopy of the electric brush discharge in weak acids and solutions. *Phil. Mag.* [6] 27 p. 801—823 (1914).
- [76] R. Richter, Zeemaneffekt an Chrom, vom ultravioletten bis zum blauen Teil des Spektrums, unter besonderer Berücksichtigung einiger Asymmetrien. *Diss. Göttingen* 1914. 47 pp.
- [77] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectra of vanadium and chromium. *Astrophys. J.* 41 p. 86—115 (1915) cfr. *Phys. Rev.* (2) 5 p. 79 bis 80 (1915).
- [78] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. *Ann. d. Phys.* [4] 50 p. 713—728 (1916).
- [79] M. Siegbahn und W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektren (K-Reihe) der Elemente Chrom bis Germanium. *Physik. Zs.* 17 p. 48—51 (1916).
- [80] M. Siegbahn und W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Natrium bis Chrom. *Physik. Zs.* 17 p. 318—319 (1916).
- [81] A. S. King, An attempt to detect the mutual influence of neighbouring lines in the electric furnace spectra showing anomalous dispersion. *Proc. Nat. Acad.* 2 p. 461 (1916). *Mt. Wilson Comm.* 91.
- [82] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. *Astrophys. J.* 45 p. 254—268 (1917).
- [83] J. A. Anderson, A method of investigating the Stark effect for metals, with results for chromium. *Astrophys. J.* 46 p. 104—116 (1917).
- [84] S. Piña de Rubies, Nuevas rayas del cromo en el espectro de arco en el aire entre 2800 y 1890 U. A. *Anal. Soc. Españ. de Fis. y Quim.* 15 p. 110 (1917).
- [85] H. M. Randall und E. F. Barker, The infra-red arc spectra of cobalt, nickel, manganese and Chromium. *Astrophys. J.* 49 p. 54—60 (1919).
- [86] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. *Phil. Mag.* [6] 37 p. 601—612 (1919); Röntgenspektroskopische Präzisionsmessungen. *Ann. d. Phys.* [4] 59 p. 56—72 (1919).
- [87] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies... *Physic. Rev.* (2) 14 p. 516—521 (1919).
- [87a] Jos. Buchholz, Das Bogenspektrum von Titan gemessen nach internationalen Normalen. *Dissert. Bonn* 1918. Manuskript.
- [88] H. Fricke, The K-characteristic absorption frequencies... *Physic. Rev.* [2] 16 p. 202—215 (1920).
- [89] C. O. Kline and W. F. Meggers, Wave-lengths longer than 5500 Å in the arc spectra of seven elements. *Sc. Pap. Bur. of Stand.* No. 872 (1920).
- [90] N. Stenstrom, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. für Physik* 3 p. 60—62 (1920).
- [91] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallsiegeln. *Diss. Münster* 1920. Manuskript.
- [92] H. Pickhan, Tertiäre Normalen. *Dissertation Münster* 1920. Manuskript.
- [93] Jos. Hall, Das Bogenspektrum des Chrom. *Dissert. Bonn* 1921.
- [94] W. Duane and H. Fricke, On the absorption of x-rays by chromium, manganese and iron. *Phys. Rev.* [2] 17 p. 529—530 (1921).
- [95] F. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. für Physik* 1 p. 489—498 (1921).
- [96] V. Dolejšek, Sur les lignes K α des éléments légers. *C. R.* 174 p. 441—442 (1922).
- [97] M. Siegbahn, Bericht über die letzte Entwicklung usw. *Jahrb. Radioakt.* 18 p. 240—288 (1922).
- [98] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse usw. *Naturwiss.* 10 p. 369—381 (1922).
- [99] M. Siegbahn und V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. *Zs. für Physik* 10 p. 159—168 (1922).

Im ultraroten Teil des Chromspektrums beginnen Messungen von Randall und Barker [85] bei 2.6μ . Sie sind mit Bolometer erhalten und haben eine Genauigkeit von etwa 3 bis 5 Å. Dann setzt bei $\lambda 9784$ eine umfangreiche Tabelle von Kiess und Meggers [89] ein, die photographisch mit Gitter erhalten ist, also die hundertfache Genauigkeit haben wird. Auch Meissner [78] hat einige Linien im Ultrarot und Rot gemessen. Von $\lambda 7462$ beginnt eine wie es scheint sehr gute Messung des Bogenspektrums durch Hall [93], die sich bis $\lambda 2588$ erstreckt. Die Fehlergrenze scheint — wie ein Vergleich mit Burns [74] und Pickhan [92] zeigt, — bei den scharfen Linien auf einige Tausendstel reduziert. Auch Eder und Valenta haben für den langwelligen Teil des Bogens [60] und Funkens [55] Messungen veröffentlicht, ebenso Exner und Haschek [68] ihre früheren Messungen im langwelligen Gebiet ergänzt. Außerdem hat Burns [74] bei seiner Messung des Eisenspektrums einige Chromlinien mitgemessen, ebenso Buchholz [87a] im Titanspektrum, und Frl. Pickhan [92] hat eine größere Anzahl Linien bestimmt. Alle diese neuen Messungen stimmen sehr erfreulich überein. — Im kurzwelligen Teil hat Piña de Rubies [84] von $\lambda 2297$ bis $\lambda 1994$ Zahlen veröffentlicht.

Alle diese neuen Messungen sind in der folgenden Tabelle vereinigt, die von Eder und Valenta, sowie Exner und Haschek auf 1 Å reduziert. Doch habe ich unterhalb $\lambda 4700$ alle Linien, die nicht von wenigstens einem Beobachter mit der Intensität 2 bezeichnet sind, fortgelassen, um die so noch sehr ausgedehnte Tabelle etwas zu kürzen. Von Exner und Haschek sind auch die alten Messungen bei kürzeren Wellenlängen wieder aufgenommen, um wenigstens zwei Listen für den Bogen, eine für den Funken ganz durchzuführen. Piña gibt noch eine Anzahl ungenau gemessener Linien, die ich nicht anführe.

Randall u. Barker Bogen [85]		Randall u. Barker Bogen [85]		Randall u. Barker Bogen [85]	
26282.0	20	15880.5	80	9948.4	20
25902.2	10	880.0	80	9782.2	120
849.7	20	13462.1	20	9670.9	50
815.8	10	11611.4	100	9674.8	150
784.8	5	488.3	40	9447.9	150
708.8	10	392.3	50	9290.6	150
665.4	10	397.1	40	08.3	80
588.8	20	311.9	20	9140.6	20
560.4	10	167.6	90	9015.4	300
489.7	10	016.0	80	8977.1	80
459.6	15	10908.2	60	47.8	180
18717.0	20	819.9	40		
654.2	30	678.4	30		
588.5	80	496.3	35		
479.1	30	082.0	20		

Kiess u. Meggers Bogen			Meissner Bogen		Kiess u. Meggers Bogen			Meissner Bogen		Kiess u. Meggers Bogen			Meissner Bogen	
[89]			[78]		[89]			[78]		[89]			[78]	
9734	51	1			8718	78	1	—		8238	26	1	—	
9870	46	1			07	98	1	—		35	90	2	—	
9574	22	2			07	48	1	—		8166	64	1	—	
71	70	0			8687	55	1	—		63	21	3	—	
9447	00	3			43	02	1	—		8084	98	1	—	
9294	11	2			36	32	1	—		61	29	1	—	
90	42	4	0.80	0	8583	07	1	—		07	97	1 u	—	
63	92 0?	2	—		62	63	1 u	—		7990	51	1	—	
08	33	2	—		55	55	1	—		89	37	1	—	
9142	62	1 u	—		48	82	2	—		42	00	2	—	
41	13	1 u	—		37	89	1	—		17	84	1	—	
40	87	1 u	—		11	08	1	—		10	48	1	—	
9033	88	3	—		8483	45	1 u	—		08	30	2	—	
21	69	4	1.68	1	55	22	2	—		7835	01	1	—	
17	10	5	7.06	2	50	25	2	—		61	30	1	—	
09	95	6	0.00	3	8348	27	2	—		7762	99	1	—	
8976	88	3	6.75	1	8290	59	1 u	—		26	00	1	—	
47	21	2	7.12	1	87	38	1	—		24	63	1	—	

	Klass u. Meggers Bogen [89]	Hall Bogen [93]	Eder u. Valenta Bogen [90]	Exner u. Haschek Bogen [88]	Eder u. Valenta Funke [55]	Klasse
6744	65 1	—	—	—	—	
34	16 2	4.21 2u	4.07 8	—	—	
29	74 3u	—	—	—	—	
15	38 3u	5.45 1	5.44 4	—	—	
6680	18 2b?	—	—	—	—	
77	20 2b?	—	—	—	—	
69	25 4	9.28 2	9.25 5	9.27 1	—	IV
63	98 1b?	—	—	—	—	
61	09 5	1.121 1	1.13 7	1.07 3	1.13 1	IV
42	99 1	8.06 1u	—	3.04 1	—	
80	01 3	0.049 3	0.04 7	0.02 2	—	IA
12	15 2	2.224 1u	2.24 4	—	—	
6597	55 2	7.593 2	7.68 4	7.57 1	—	V
94	71 2	4.688 2	4.68 5	4.68 1	4.62 1	
80	—	—	—	0.96 1	—	
72	90 2b?	2.884 2	2.90 5	2.87 2	—	IA
87	95 2	7.921 3	8.04 6	7.90 2	—	IA
29	—	9.197 2	9.20 5	9.14 2	9.19 1	V
16	—	6.026 2	—	—	—	
01	—	1.212 3	1.26 6	1.21 1	—	IA
6428	—	8.140 2	8.14 5	—	8.20 1	
21	—	1.878 2	—	—	—	
18	—	—	—	—	8.20 1	
6394	64 3u	—	4.5 Kante	—	—	
79	—	—	—	—	9.94 2	
70	—	—	—	—	0.77 2	
62	88 4	2.899 6	2.92 8	2.82 4	2.90 2	IA 1)
47	—	—	—	—	7.00 1	
80	10 4	0.116 6	0.18 10	0.09 4	0.18 3	IA 1)
27	—	7.447 1u	7.47 5	7.40 1	—	
22	—	—	—	2.54 1	—	
15	—	—	—	5.78 1	—	
13	—	3.205 1u	—	3.21 1	—	
05	—	—	—	—	5.76 2	
6271	—	—	—	—	1.82 1	
61	—	1.287 2u	1.25 5	1.29 1	1.24 1	
26	—	—	—	—	6.95 1	
6195	—	—	—	—	5.26 1	
90	64 2b?	—	—	—	—	
87	—	—	—	—	7.09 1	
79	—	—	—	—	9.21 2	
76	—	—	—	—	6.77 1	
71	—	—	—	—	1.83 1	
58	—	—	—	—	3.84 4	
35	75 2b?	5.771 1u	—	5.78 2	5.79 1	
29	—	—	—	—	9.25 1	
02	—	2.709 2	2.72 6	—	2.71 1	
6089	—	—	—	—	9.77 2	

1) Exner u. Haschek geben im Funken: 6362.8 (1); 6380.09 (1).

	Kiess u. Meggers Bogen [89]	Hall Bogen [93]	Eder u. Valenta Bogen [60]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Exner u. Haschek Funke [68]	
6069	—	—	—	—	9.77	1	
67	—	—	—	—	7.96	1	
53	—	—	—	—	3.53	2	
51	91 3u	—	1.9 Kante	—	—	—	
47	—	7.665 1	—	7.66 1	—	—	
45	—	5.403 1u	—	5.41 1	—	—	
40	—	—	—	—	0.54	1	
29	—	—	—	9.28 1	—	—	
5971	—	—	—	—	1.39	1	
70	—	0.694 1	—	0.69 1	—	—	
63	—	—	—	3.93 1	—	—	
59	—	9.177 1	—	9.20 1	8.92	1	
13	—	—	—	—	3.89	1	
04	—	—	—	—	4.50	1	
02	13 1b?	2.189 2	—	2.13 1	2.19	1	
5895	—	—	—	—	5.95	1	
90	—	—	—	0.01 1	—	—	
88	—	—	—	8.80 1	—	—	
87	—	—	—	7.98 1	7.94	1	
84	—	4.448 3	—	4.45 2	4.42	1	
76	—	—	—	6.55 1	—	—	
66	94 2b?	—	—	—	6.95	1	
54	21 2b?	—	—	—	—	—	
53	—	—	—	—	3.22	1	
44	69 2b?	4.595 2	—	4.62 2	—	—	III
43	—	—	—	3.24 1	—	—	
38	—	—	—	3.66 2	—	—	III
01	—	1.188 2	—	1.21 1	1.17	1	
5798	—	—	—	8.46 1	—	—	
97	—	7.890 1	—	7.88 1	—	—	
96	76 1b?	6.752 2	—	6.76 2	6.81	1	
94	71 3u	—	—	—	—	—	
91	—	1.768 2	—	1.78 1	—	—	III
91	00 10	1.08 7U	—	1.08 15	0.95 10	1.04 3	III
88	—	8.868 2	—	8.87 2	—	—	III
88	01 9	7.932 6u	—	8.00 10	7.98 6	7.98 2	III
87	06 2	7.087 2	—	7.08 2	—	—	III
85	82 8	5.814 4u	—	5.86 5d?	5.73 3	5.82 1	III 1)
85	01 8	5.042 5u	—	5.07 6	4.96 3	5.01 1	III
83	95 9	3.923 5u	—	3.95 8	3.85 3	3.93 1	III
5783	12 9	2.131 5u	—	3.16 5	3.06 3	3.16 1	III
81	81 9	1.805 4u	—	1.88 3	1.59 1	—	III
81	09 9u	1.208 4u	—	1.20 3	1.10 1	—	III
77	—	4.750 1	—	—	—	—	
72	—	2.667 2	—	2.67 1	—	—	
71	62 2u	—	—	—	—	—	
58	68 2	3.672 2	—	3.67 2	3.62 1	—	V
46	44 1b?	6.408 3	—	6.42 1	—	—	III

1) Nach King [82] liegt hier noch eine Linie 5785.95 von Klasse IA.

	Klöss u. Meggers Bogen [89]	Hall Bogen [98]	Exner u. Haschek Bogen [68]	Eder u. Valenta Funke [55]	Exner u. Haschek Funke [68]	Klasse
5788	54 1b?	8.582 2u	8.583 1	—	—	III
38	—	6.829 1	—	—	—	
29	28 1b?	9.198 2	9.19 1	—	—	IV
19	87 2	9.819 3	9.81 1	—	—	III
12	75 4	2.779 4	2.76 8	2.76 3	2.78 1	III
12	—	2.680 3	2.65 1	—	—	V
02	31 4	2.315 4	2.30 3	2.31 3	2.28 1	III
00	—	0.513 2	0.53 1	—	—	III
5698	83 5	8.831 5	8.81 4	8.84 2	8.84 2	III ¹⁾
94	81 5	4.729 4	4.72 3	4.72 2	4.73 1	III
88	60 1	3.506 1u	—	—	3.5 1u	
82	50 3	2.455 3u	2.41 2	—	2.4 1u	III
81	21 2	1.189 2u	1.20 2	—	1.2 1u	V
74	—	4.174 1	4.22 1	—	—	
64	10 4	4.085 4	4.02 3	4.04 2	4.04 1	III
58	—	3.833 1	3.60 1	—	—	III
49	41 2b?	9.871 2	9.80 2	9.87 1	9.86 1	IV
48	12 2b?	—	3.18 1	—	—	III
42	34 2b?	2.374 2	2.37 2	—	2.38 1	III
38	—	3.170 1	3.15 1	—	—	III
28	64 3	3.845 4	3.60 8	3.63 1	3.66 2	III
20	—	—	—	0.71 2	0.7 1	
5587	—	—	—	7.37 2	—	
74	—	—	4.41 1	—	—	
70	—	—	—	0.16 3	—	
68	—	—	3.29 1	—	—	
64	58 3u	—	—	—	—	
54	—	—	4.28 1	—	—	
48	—	—	3.59 1	—	—	
40	—	—	0.3 1u	—	—	
19	—	—	9.55 1	—	—	
12	—	—	2.3 1u	—	—	
10	—	—	—	—	0.71 1	
09	—	—	9.93 1	—	—	
08	—	—	3.18 1	—	3.61 1	
08	—	—	—	—	3.18 1	
02	—	—	—	—	2.08 1	
5480	—	0.308 3	0.50 2	0.43 2	0.60 1	IV
78	—	—	—	3.85 3	3.37 1	
68	—	3.970 3v	3.91 2	3.96 2	3.94 1	IV
42	—	2.417 2	2.39 1	2.39 1	2.41 1	IV
32	—	2.388 1u	—	—	—	
20	—	—	—	0.87 2	0.94 1	
09	—	9.798 8U	9.80 20	9.79 20	9.83 8	I ²⁾
07	—	—	—	7.18 3	7.59 1	
05	—	5.008 3	4.98 1	4.99 2	5.00 1	IV
00	—	0.613 4	0.54 3	0.52 4	0.59 2	III

1) Buchholz [87a] mißt: 3.32.

2) Von Dufour [56, 59] auf Zeemaneffekt untersucht.

	Hall Bogen		Exner u. Haschek Bogen		Eder u. Valenta Funke		Exner u. Haschek Funke		Klasse	
	[93]		[68]		[55]		[68]			
5391	355	2	1.36	1	1.32	1	1.33	1	IV	
90	399	3	0.40	1	0.38	2	0.40	1	IV	
87	578	3	7.53	2	7.57	1	7.57	1	III	
86	988	4	6.94	2	6.97	3	6.96	1	IV	
77	75	1 U	—		—		—			
73	724	1	3.71	1	3.72	1	3.69	1		
71	—		1.48	2	1.45	3	—			
70	370	2	0.85	1	0.85	1	0.82	1		
68	554	2	8.53	1	8.54	1	8.52	1		
53	660	1	—		—		—			
51	149	1	—		—		—			
48	312	8 u	8.31	10	8.32	20	8.31	3	I	1)
45	796	8 u	5.80	20	5.79	20	5.81	5	I	1)
44	793	2	4.81	1	—		4.81	1	III	
42	998	1	—		—		—			
40	479	3	0.46	2	0.47	1	0.47	1	IV?	
37	—		—		7.84	2	7.81	1		
34	—		—		4.91	6	4.90	1		
29	72	5 U	9.76	3	—		9.8	1 u	II	
29	12	4 U	9.14	3	9.16	3	9.09	1	II	
28	58	6 U	—		—		—			
28	37	3 U	8.34	10	8.31	30	8.33	10	II	
28	08	5 U	—		—		—			
18	310	3	8.74	2	8.78	1	8.77	1	IV	
13	—		—		3.67	5	3.62	1		
12	891	3	2.84	2	2.87	1	2.89	1	IV	
10	—		—		0.71	2	0.74	1		
08	—		—		8.42	4	8.42	1		
07	288	1	—		—		—			
05	—		—		—		5.85	1		
04	221	3	4.15	2	4.18	1	4.15	1	IV	
03	592	1	—		—		—			
02	008	1	—		—		—			
00	767	5	0.71	4	0.74	4	0.72	2	I	
5298	27	7 U	8.29	4	8.29	20	8.26	4	I	1)
97	96	5 U	—		—		8.0	1 u	II	
97	35	5 U	7.31	2 u	—		7.33	2	II	
96	69	6 U	6.69	4	6.70	3	6.69	3	I	1)
93	335	1	3.33	1	—		—			
92	366	1	2.36	1	—		—			
87	209	3	7.17	1	—		—		IV	
80	239	3	0.31	1	0.23	5	—		IV	
78	258	2	3.22	1	—		—		V	
76	03	5 U	5.89	5 d	6.04	3	5.9	1 u	II	
75	66	4 U	—		—		5.5	1 u	II	
75	17	5 U	5.16	3	5.15	3	5.1	2 u	II	
73	458	3	3.42	1	3.52	1	—		III	
72	082	3	2.01	2	2.01	2	2.03	1	III	

1) Von Dufour [56, 59] auf Zeemaneffekt untersucht.

	Hall Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Funke	Exner u. Haschek Funke	Hall Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Funke	Exner u. Haschek Funke	Klasse
5265	722 5R	5.73 3	5.80 4	5.73 2	322 4	3.31 2	3.30 2	3.32 1	III
65	176 3	5.16 1	—	5.13 1	—	4.37 1u	—	—	
64	145 6R	4.18 8	4.16 6	4.15 3	966 1	5.96 1	—	—	
63	760 1	—	—	—	918 3	4.92 2	4.90 1	4.92 1	IIA
61	763 2	1.74 1	—	1.73 1	804 4	4.81 3	4.80 3	4.80 2	III
55	143 4	5.04 5d	5.14 4	5.03 2	714 1	3.72 1	—	—	
54	934 3	—	—	—	—	9.69 1	—	—	
47	567 5R	7.55 8	7.56 4	7.54 2	—	4.57 1	—	—	
43	382 3	3.36 1	3.36 2	—	490 4	2.50 3	2.47 1	2.51 1	IIA
41	465 1u	—	—	—	330 4	6.32 3	6.34 2	6.34 1	III
40	468 1u	0.45 1	—	—	—	1.12 1	—	—	
33	374 2	8.95 1	—	—	177 2	0.18 1	—	—	
37	—	—	7.33 7	7.33 2	23	3.32 1	—	—	
30	226 1	0.18 1	—	—	237 5	2.31 4	2.26 3	2.25 3	III
28	080 2	8.08 1	—	—	361 2	0.97 1	—	0.94 1	IV
26	896 2	6.92 1	—	—	—	9.47 1	—	—	
25	882 2	5.83 1	—	—	—	—	—	2.52 1	
25	050 2	5.02 1	5.05 4	5.01 1	—	5.06 1	—	—	
24	956 3	—	—	—	229 3	3.29 3	—	3.18 1	III
24	530 2	4.53 1	—	—	—	—	—	1.65 1	
24	094 1	4.07 1	—	—	—	8.49 1	—	—	
23	667 1	2.68 1	2.69 2	—	—	4.59 1	—	4.35 1	III
23	296 2	—	—	—	534 3	8.53 2	—	8.50 1	III
21	944 2	—	—	—	—	7.70 1	—	—	III
21	746 3	—	—	—	—	7.02 3	7.01 3	7.00 3	II
20	918 2	1.76 2	—	1.73 1	010 4	—	—	—	
14	126 3	0.93 1	—	—	961 2	—	—	—	
14	126 3	4.10 3	4.12 2	4.13 2	774 3	5.83 3d	—	5.82 1	IV
13	—	2.26 1	—	—	945 1	4.95 1	—	—	IIIA
08	439 10R	8.43 30R	8.44 30	8.44 20	—	—	—	4.61 1	

	06	087	10R	6.07	30R	6.06	30	6.05	15	II	17	80	—	0.03	1	6.37	3	—	6.42	2	IV
04	04	511	9R	4.54	20	4.53	30	4.53	10	II	17	76	—	6.42	1	—	—	—	—	—	IV
00	206	8	0.20	1	0.18	2	0.18	2	0.17	1	IV	75	—	5.52	1	—	—	—	—	—	IV
5196	450	4	6.44	2	6.44	5	6.44	5	6.47	1	III	74	647	1	4.64	1	—	—	—	—	III
93	486	2	3.50	1	—	—	—	—	—	—	IV	70	794	4	0.81	3	0.84	4	0.81	2	III
92	026	3	2.01	2	2.00	3	2.00	3	2.03	1	III	64	—	—	4.37	1	4.32	2	4.33	3	III
84	583	4	4.56	2	4.57	2	4.57	2	4.58	1	III	61	887	4	1.83	3	1.86	2	1.84	2	III
77	440	3	7.40	1	7.45	2	7.45	2	7.39	1	IV	61	192	2	1.22	2	—	—	1.21	1	III
66	232	3	6.24	2	6.28	5	6.28	5	6.28	1	III	60	—	—	—	—	—	0.24	1	—	III
61	771	1	1.77	1	—	—	—	—	—	III?	17	57	—	—	7.37	1	—	—	—	—	—
44	678	2	4.63	1	4.63	1	4.63	1	—	II?	17	56	—	—	—	—	—	6.14	1	—	—
42	272	1	—	—	—	—	—	—	—	IV	17	55	153	1u	5.30	1	—	—	—	—	—
39	665	3	9.64	2	9.65	4	9.65	4	—	IV	17	51	457	1	1.52	1	—	1.44	1	—	—
23	466	2	3.45	1	—	—	—	—	—	I	17	48	270	1u	8.28	1	8.24	5	8.25	8	—
22	763	1u	—	—	—	—	—	—	—	I	17	47	—	—	7.23	1	—	—	—	—	IV
22	114	2	2.09	1	—	—	—	—	—	II?	17	46	—	—	6.34	2	—	—	—	—	—
13	133	2	3.12	1	—	—	—	—	—	II?	17	43	—	—	3.12	1	—	—	—	—	—
12	490	1u	—	—	—	—	—	—	—	II?	17	41	—	—	1.79	1	—	—	—	—	—
10	754	3	0.75	1	—	—	—	—	—	II?	17	40	—	—	0.22	1	—	—	—	—	—
5091	890	1	1.85	1	—	—	—	—	—	IIA	17	38	—	—	8.45	1	—	8.47	1	—	—
78	704	1u	—	—	—	—	—	—	—	I	17	36	851	2	6.88	2	—	6.85	1	—	—
72	927	3	2.92	1	—	—	—	—	—	IIA	17	35	—	—	6.37	1	—	6.23	2	—	III
68	295	1	3.27	1	—	—	—	—	—	III	17	31	—	—	5.72	1	—	—	—	—	—
67	718	3	7.69	2	7.70	1	7.70	1	—	III	17	29	636	1	1.68	1	—	1.70	1	—	II
65	912	2	5.83	1	—	—	—	—	—	III	17	25	960	6	9.35	5	9.36	4	9.35	3	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	3.71	1	—	25	—	—	5.53	1	—	—	—	—	—
51	832	2	1.90	1	—	—	—	—	—	I	17	24	126	1u	4.22	1	—	4.12	10	—	—
48	750	1	8.77	1	—	—	—	—	—	IIA	17	23	928	1u	3.98	1	—	—	—	—	—
21	903	1	1.86	1	—	—	—	—	—	IIA	17	16	145	1	6.17	1	—	6.21	1	—	—
18	—	—	8.62	1	—	—	—	—	—	—	17	14	268	2	4.32	1	—	4.31	1	—	IIIA

1) Von Doufour [56, 65] auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Von King [77] doppelt gemessen: 5255.10 u. 5254.91.

3) Burns [74] mißt: 5203.493, 5206.040, 5204.585.

4) King [77] mißt: 4885.93 und 4885.74.

[illegible]

67	280	2	7.29	2	7.32	1	IV	84	607	1	4.62	1	4.72	1	IV?
66	651	3	6.70	2	6.72	1	III	80	887	2	0.92	1	0.92	1	III
64	655	1	4.69	1	—	—	III	80	55	3 U	0.52	2	0.53	2	III
64	308	4	4.30	3	4.32	2	III	69	858	3	9.34	3	9.33	3	IV
61	—	—	1.73	1	1.4	1 u	—	67	181	2	7.16	1	7.22	1	III
61	258	1	1.37	1	—	—	—	66	517	4	6.54	2	7.53	2	III
60	—	—	0.87	1	—	—	—	66	215	3	6.22	1	6.22	1	III
59	—	—	9.92	1	9.92	1	—	65	918	3	5.92	2	5.92	2	IV
57	602	2	7.62	1	7.62	1	—	64	814	4	4.82	5	4.82	2	III
57	352	1	7.35	1	7.40	1	—	63	852	4	3.87	3	3.87	2	III
56	—	—	6.89	1	—	—	—	63	845	3	3.35	3	3.36	2	IV
56	125	5	6.12	8	6.13	8	III	56	837	1	6.84	1	6.85	1	IV?
55	144	2	5.15	2	5.20	1	IV	56	197	3	6.20	2	6.22	1	IV
54	754	2	4.74	2	4.77	1	IV	54	756	4	4.76	2	4.78	1	IV
54	032	1 u	—	—	—	—	—	52	—	—	2.82	1	2.87	1	—
52	—	—	2.92	1	2.92	1	—	52	166	6 R	2.20	10	2.21	5	I
52	088	4	2.11	3	2.12	3	IV	51	297	5	1.31	8	1.32	3	I
51	—	—	1.14	1	—	—	—	49	461	3	9.43	3	9.42	2	IV
47	—	—	7.69	1	—	—	—	48	871	2	8.83	2	8.82	2	IV
47	—	—	7.08	1	—	—	—	48	126	3	8.11	2	8.12	1	III
45	301	3	5.31	2	5.31	1	III	46	804	3	6.81	2	6.82	1	IV
43	114	1	3.15	1	—	—	—	46	495	2	—	—	—	—	—
41	089	1	1.13	1	1.12	1	—	46	172	7 R	6.17	20	6.17	10	I
37	339	4	7.34	6	7.34	3	III	42	007	2	2.03	1	—	—	—
36	—	—	6.17	1	—	—	—	39	701	2	—	—	—	—	—
30	702	4	0.72	4	0.72	3	III	39	598	3	9.50	3	9.62	1	IV?
29	715	2	9.74	3	9.74	2	IV	37	770	3	7.77	2	7.77	1	III
27	145	3	7.14	3	7.16	2	III	37	185	3	7.18	2	7.17	1	III
26	—	—	5.95	1	—	—	—	35	—	—	5.45	1	5.44	1	—
26	—	—	5.73	1	—	—	—	34	089	1	4.12	1	4.12	10	—

1) Von Babcock [64] auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Pickhan [98] mißt: 163.

3) Pickhan mißt: 386.

4) Pickhan mißt: 172; Burns: 172.

	Hall Bogen	Erner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Funke	Erner u. Haschek Funke	Klasse		Hall Bogen	Erner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Funke	Erner u. Haschek Funke	Klasse
4883	288 2	3.31 2	—	3.35 1	IV	4543	75 1U	3.72 2	—	3.73 1	III
32	182 2u	3.21 2	—	2.19 1	IV?	42	625 3	2.59 2	2.63 2	2.62 2	III
28	494 2	3.51 1	—	—	I	41	515 2	1.48 3	—	1.52 1	III
26	186 6R	6.17 10	6.19 5	6.15 5	I	41	069 3	1.06 3	—	1.07 2	III
25	984 3	—	—	5.92 1	IV	40	716 4	0.71 3	0.71 10	0.70 4	III
24	573 2	4.57 2	4.57 1	4.55 2	IV	40	504 4	0.47 3	0.49 3	0.50 3	III
22	760 3	2.77 2	—	2.76 1	III	39	789 3	3.77 3	3.78 3	3.78 3	III
22	498 4u	2.44 2	2.45 3	2.45 2	III	35	723 5	5.72 8	5.73 9	5.69 6	II
21	958 3	1.92 3	2.02 3	1.93 2	III	35	146 3	5.16 3	5.15 3	5.13 3	III
21	890 2	—	—	—	III	30	755 4	0.74 5	0.72 1	0.73 5	II
19	548 4	9.52 4	9.54 3	9.53 2	III	30	688 3	—	9.88 1	9.87 2	III
18	—	8.82 1	8.87 10	8.84 10	I	29	852 3	9.85 2	7.45 3	7.40 3	III?
16	—	—	6.72 4	6.57 3r	I	27	465 3	7.41 4	—	—	III?
16	135 6R	6.10 10	6.11 8	6.10 4	I	27	351 3	—	6.48 5	6.48 5	II
14	525 2	4.52 1	—	4.59 1	I	26	462 5	6.49 5	—	6.10 2	IV
13	371 5	3.35 8	—	3.32 3	I	26	107 3	6.11 2	—	4.83 1	V
11	970 2	1.97 2	—	1.96 1	I	24	839 2	4.83 1	4.85 1	1.14 2	IV
09	896 1	9.91 1	—	9.92 1	III	21	138 3	1.15 2	1.14 3	5.43 1	III
06	572 1	6.39 1	—	6.38 1	III	15	442 3	5.43 2	—	—	III
01	825 3	1.03 3	—	1.0 2u	III	14	528 3U	4.53 8	4.50 5	4.43 1	III
00	754 6R	0.72 5	0.76 5	0.74 2	III	14	378 2	—	—	—	III
00	105 4	0.12 3	0.13 1	0.10 2	III	11	906 4	1.93 4	1.93 8	1.92 4	IV
4593	498 2	8.46 2	—	8.42 1	IV	06	349 3	6.82 2	6.84 2	6.85 2	III
95	598 4	5.51 3	5.57 4	5.57 2	I	01	782 3	1.73 2	—	1.77 1	III
94	404 1	4.45 1	—	4.42 1	I	01	104 4	1.08 3	1.12 3	1.09 2	III
92	080 1U	2.12 1	2.05 6	2.07 4	I	00	291 4	0.25 3	0.28 3	0.28 2	III
91	400 5	1.43 8	1.41 3	1.41 2	I	4498	751 3	8.70 3	8.72 3	8.73 2	III
88	640 2	—	—	—	I	96	859 6R	6.86 10	6.93 10	6.86 10	I
88	214 1	8.92 1	8.20 20	8.26 20	I	95	230 2	5.33 1	5.29 1	5.28 1	IV

86	141	3	6.13	2	—	6.13	1	IV	1)	92	314	4	2.33	3	2.31	1	2.32	2	III	1)
85	084	2	5.07	2	—	5.07	1	IV	1)	91	855	2	1.83	3	1.73	1	1.83	2	III	1)
84	940	2	—	—	—	—	—	IV	1)	89	689	2	—	2	—	3	9.47	2	IV	1)
84	089	3	4.12	2	—	4.09	1	IV	1)	88	471	4	9.45	2	9.47	3	8.04	2	III	1)
81	042	2	1.09	1	—	1.04	1	I	1)	88	054	4	8.04	2	8.06	3	8.04	2	III	1)
80	058	5	0.03	8	0.04	0.06	4	I	1)	82	884	3	2.86	3	2.87	3	2.89	2	III	1)
78	335	2	8.32	1	—	8.30	1	IV	1)	80	268	2	0.28	2	0.31	1	0.32	1	IV	1)
75	117	3	5.13	2	—	5.10	1	IV	1)	75	358	2u	5.33	3	5.41	1	5.35	1	III	1)
71	678	4	1.71	4	1.77	1.71	3	III	1)	73	762	2	3.79	2	3.77	1	3.76	1	III	1)
71	103	1	1.10	2	1.11	1.07	1	IV	1)	67	564	3	7.57	2	—	—	7.54	1	III	1)
69	624	3	9.62	4	9.61	9.56	3	III	1, 5)	66	163	2	6.18	1	—	—	6.15	1	III	1)
69	635	2	—	—	—	—	—	III	1, 5)	65	354	4	5.36	2	5.38	5	5.34	2	III	1)
65	—	—	—	—	—	5.78	2	I	1, 5)	64	910	3	4.92	1	—	—	4.99	1	—	1)
65	510	5	5.52	4	5.55	5.50	2	I	1, 5)	64	667	2	4.68	2	—	—	4.68	1	—	1)
64	169	3	4.18	2	4.17	4.17	2	V	1)	62	779	2	2.74	2	—	—	2.77	1	—	1)
63	658	3	3.71	2	—	3.63	1	IV	1)	60	760	2u	0.73	1	—	—	—	—	—	1)
63	246	2	3.30	2	—	3.23	1	IV	1)	59	741	4	9.75	2	9.73	4	9.72	1	—	1)
58	661	2	8.68	2	8.62	8.71	20	III	1)	58	535	5	8.55	3	8.53	3	8.53	3	III	1)
56	186	4	6.17	3	6.22	6.13	2	III	1)	43	718	2	3.72	1	—	—	3.71	1	—	1)
55	090	2	5.12	2	5.06	5.02	10	IV	1)	42	275	2	—	—	—	—	2.98	1	—	1)
54	832	2	4.83	2	—	—	—	IV	1)	33	965	2	3.98	1	—	—	3.83	1	—	1)
53	952	1	3.99	2	—	3.93	1	IV	1)	32	174	4	2.18	2	—	—	2.19	2	—	1)
45	959	5 R	5.93	5	5.97	5.96	4	I	1, 7)	30	482	3	0.55	2	—	—	0.49	2	III	1)
45	338	3	5.30	2	5.35	5.34	1	III	1)	29	936	2	9.92	1	0.63	3	9.98	1	—	1)
44	622	1	4.61	4	4.63	4.62	4	II	1)	28	509	3	8.49	2	—	—	8.52	1	—	1)

1) Von Babcock '64; auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Pickhan '92; mißt: .189.

3) Pickhan mißt: .190.

4) Pickhan mißt: .064.

5) Pickhan mißt: .618.

6) Pickhan mißt: .534.

7) Pickhan mißt: .973.

8) King [77] gibt zwei Zahlen: 4527.65(4) und 4537(6).

9) Pickhan mißt: .860.

1) 7)

71	280	6R	1.31	10	1.27	10	1.29	8	I	1)	61	618	3	1.64	1	1.64	1	IV
68	269	3	8.23	1	—	—	8.23	1	III	1)	61	366	4u	1.35	2	1.37	1	III
63	138	4	3.14	3	3.13	4	3.12	2	III	1)	67	366	2	7.39	1	7.39	1	IV
59	997	2	—	—	—	—	—	—	—	1)	55	502	3	5.54	1	5.50	1	III
59	631	6R	9.55	8	9.63	10	9.63	6	I	1)	54	341	10R	4.35	50R	4.34	50	II
57	523	2	7.52	2	—	—	7.51	1	—	1)	52	245	2	2.23	1	2.2	1	III
56	762	3	6.78	2	—	—	6.77	1	—	1)	48	349	2	8.29	1	8.23	1	IV
53	983	2	3.96	2	—	—	—	—	—	1)	42	253	1u	2.39	1	2.35	5	—
51	770	7R	1.81	10	1.79	8	1.80	10	I	1, 2, 3,	40	706	4	4.73	2	0.69	2	III
51	038	5R	1.05	5	1.04	5	1.05	4	I	1, 3,	38	961	3	8.96	3	8.93	1	III
47	502	2	7.48	1	—	—	—	—	—	1)	37	721	1u	7.74	2	—	—	IV
46	832	4	6.83	3	6.83	3	6.83	2	III	1)	34	506	2	4.54	2	4.46	1	III
45	103	2	5.11	1	—	—	5.13	1	—	1)	32	863	1u	2.89	2	—	—	IV
44	510	7R	4.52	10	4.53	2	4.53	10	I	4	32	217	2	2.25	2	2.22	1	IV
43	176	3	3.17	2	3.19	1	3.18	1	—	1)	30	483	2u	0.52	2	0.46	1	III
40	134	4	0.15	2	0.16	1	0.14	1	III	1)	24	—	—	—	—	4.85	2	—
39	718	5R	9.74	3	9.75	5	9.74	3	I	1)	24	506	2	4.52	2	4.52	1	V
38	452	6R	9.46	4	9.45	5	9.44	5	I	1)	22	740	2u	2.74	2	2.74	1	—
38	801	2	8.79	1	—	—	8.8	1	—	1)	21	564	3	1.57	2	1.57	2	IV
38	409	2	8.40	1	—	—	8.41	1	—	1)	17	626	4	7.59	3	7.60	2	III
37	565	6R	7.53	10	7.53	10	7.59	8	I	1)	16	367	3	6.36	2	6.34	1	III
37	264	2	—	—	—	—	—	—	—	1)	13	171	2	3.20	2	3.17	1	IV
32	572	2	2.59	2	—	—	2.59	1	IV	1)	11	351	3v	1.34	2	1.34	1	IV
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	09	733	3	9.76	2	9.74	1	III
25	074	4	5.09	3	—	—	5.10	2	III	—	09	364	4	9.85	3	9.85	3	IV
23	524	3	3.54	2	—	—	3.54	1	IV	—	08	352	3	8.34	2	8.34	2	IV
21	621	2	1.65	1	—	—	1.66	1	IV	—	06	893	2	6.94	2	6.90	2	V

1) Von Babcock 64 auf Zeemaneffekt untersucht.

2) Burns mißt: 769; Buchholz 87a: 771.

3) Buchholz mißt: 563.

4) Burns mißt: 513; Buchholz: 508.

5) Burns mißt: 724; Vahle: 725.

6) Buchholz mißt: 803.

7) Buchholz mißt: 843.

	Hall	Exner u.	Haasehek		Hall	Exner u.	Haasehek	
	Bogen	Bogen	Funke	Klasse	Bogen	Bogen	Funke	Klasse
	[98]	[68]	[68]		[98]	[68]	[68]	
4204	464 3	4.48 2	4.47 2	IV	4121	821 3	1.83 2	1.86 1 III
03	587 3	3.59 2	3.59 1	III	21	265 2	1.30 2	1.30 1 V
00	097 2	0.10 2	0.08 1	III	20	620 3	0.63 2	0.64 1 III
4198	522 4	8.52 2	8.52 2	IV	11	—	0.	1.04 2
97	232 4	7.24 2	7.24 2	IV	10	—	0.9 2u	—
94	948 4	4.94 2	4.95 2	III	09	583 5	9.58 2	9.60 1 III
93	682 4	3.64 2	3.68 2	IV	08	396 2	8.41 1	8.42 1 III
92	102 3	2.11 2	2.11 2	IV	04	865 3	4.85 2	4.90 2 III
91	746 2	1.78 1	1.77 1	III	01	163 2	1.18 2	1.19 1 IV
91	267 4	1.29 3	1.29 2	II	4099	017 2	9.04 2	9.05 1 IV
90	126 3	0.15 2	0.14 2	IV	97	—	7.8 2u	— III 2)
86	350 2	6.35 2	6.38 1	IV	92	178 2	2.20 2	2.25 1 IV
85	341 2	5.37 1	5.3 1u	IV	90	304 1	0.35 2	9.40 1 IV
84	895 3	4.94 2	—	III	85	020 2	5.05 1	— IV
81	—	1.72 2	—	—	81	740 2	1.75 1	1.80 1 IV
79	—	—	9.41 2	—	80	225 2	—	0.80 1
79	251 4	9.26 4	9.28 3	IV	77	676 3	7.70 2	— IV
77	912 1u	7.96 2	7.9 1u	V	77	087 3	7.10 2	7.10 1 IV
75	948 2	6.00 2	5.95 1	IV	76	059 3	6.05 2	5.97 4 IV
75	225 2	5.27 1	5.26 1	IV	74	861 2	4.85 2	4.90 1 IV
74	947 2	—	—	III	70	999 1	1.05 2	0.98 2
74	801 3	4.85 4	4.88 3	—	67	837 2	7.33 1	7.36 1
72	773 2	2.79 2	2.80 2	IV	66	940 3	6.94 3	6.95 2 III
72	048 2	—	—	—	65	716 3	5.73 2	5.73 2 V
71	874 2	1.70 2	1.68 1	III	60	—	0.67 2	0.67 1 V
70	204 3	0.24 2	0.28 2	IV	58	781 4	8.79 3	8.81 3 IV
69	888 3	9.84 3	9.88 2	IV	56	791 1	6.80 2	6.81 1 V
65	524 3	5.54 3	5.55 3	IV	56	056 2	6.04 2	6.08 1 V
63	625 4	3.63 3	3.65 4	III	51	324 2	1.84 2	1.87 1 V
61	421 3	1.39 3	1.45 3	IV	49	783 2	9.80 1	9.78 1 IV
58	319 4	3.84 3	3.84 3	III	48	790 4	8.76 2	8.78 2 IV
58	068 1	3.07 3	3.09 1	III	46	767 2	6.78 1	— IV
52	777 2	2.77 2	2.79 1	IV	43	698 2	3.71 2	3.72 1 V
46	696 2	6.71 1	—	IV	42	250 2	2.25 2	— III
45	—	—	5.81 3	—	39	099 4	9.05 2	9.10 3 III
42	196 2	2.24 1	—	—	38	—	—	8.04 2
34	391 2	4.40 2	4.42 1	V	37	300 2	7.27 2	7.30 1 III
31	366 3	1.40 2	1.38 2	IV	33	272 3	8.29 2	8.31 1 III
29	368 1u	9.2 2u	—	III	33	—	3.01 2	—
28	398 2	8.41 1	8.44 1	V	31	130 2	1.18 1	1.17 1
27	640 3	—	7.69 1	III	30	684 3	—	0.71 2
27	298 2	7.31 1	7.32 1	IV	27	105 4	7.08 3	7.10 2 III
26	923 2	6.95 1	7.00 1	III	26	175 4	6.16 3	6.16 2 III
26	518 4	6.54 2	6.55 3	II	25	012 4	5.03 3	5.02 1 III
26	094 2	—	6.15 1	—	23	743 2	8.75 2	8.78 1 V
23	391 3	3.39 2	3.50 2	IV	22	268 4	2.25 2	2.28 2 IV
22	165 2	2.20 2	2.21 1	III	18	216 2	8.90 2	8.22 1 III

1) King [77] mißt im Vakuum ein Triplet: 4111.87, 4111.88, 4110.87.

2) King mißt im Vakuum ein Triplet: 4098.18, 4097.98, 4097.85.

	Hall		Exner u.	Haschek				Hall		Exner u.	Haschek				
	Bogen		Bogen	Funke		Klasse		Bogen		Bogen	Funke			Klasse	
	[93]		[68]	[68]				[93]		[68]	[68]				
4014	672	2	4.66	2	4.68	1	IV	3902	88	1 U	2.90	3	2.94	3	II?
12	477	4	2.46	3	2.52	3	IV	02	091	2	2.09	2	2.10	1	V
03	921	2	3.93	2	3.92	1	V	3897	654	2u	7.64	1	7.67	1	IV
03	—	—	—	—	3.33	2		94	040	4R	4.05	3	4.06	3	I
01	446	4	1.46	3	1.46	2	IV	91	93	1U	1.91	2	1.97	1	
3999	680	2	9.68	2	9.70	1	V	90	—	—	9.85	2	0.86	1	
93	972	3	3.98	2	3.99	1	III	86	797	5R	6.77	2	6.82	3	I
92	851	5	2.84	3	2.87	3	III	85	218	5R	5.21	4	5.24	3	I
91	677	4	1.67	3	1.69	2	IV	85	085	2u	—	—	—	—	
91	124	6R	1.15	4	1.15	4	II	83	660	3u	—	—	3.70	1	
89	988	4	9.99	2	0.00	3	IV	83	289	6R	—	—	3.83	3	I
84	342	5	4.35	3	4.36	2	III	81	858	2	1.90	1	1.90	1	
83	905	7R	3.93	4	3.94	5	II	81	246	2u	1.26	3	1.30	1	III
83	233	2	3.25	2	3.27	1		79	245	3u	9.24	3	9.26	1	III
81	241	4	1.26	3	1.25	1	III	75	284	1	5.2	2u	5.3	1u	IV
79	798	3	9.80	3	9.79	1	III	74	570	2U	4.55	2u	4.58	1	III
79	—	—	—	—	9.51	2		70	272	1	0.3	2u	7.3	1u	III
79	822	1	9.26	2	—	—		68	268	2	8.25	1	8.29	1	V
78	686	4	8.65	3	8.67	1	III	65	603	2	—	—	5.65	1	
76	667	7R	6.70	3	6.68	3	II	62	545	2	2.54	1	2.57	1	IV
72	693	2	2.68	2	2.72	1	III	58	—	—	8.9	2u	—	—	III
71	262	3	1.26	3	1.27	1	III	57	641	4	7.60	3	7.65	2	III
69	750	7R	9.75	3	9.77	3	II	56	285	3	6.26	1	6.32	1	III
69	065	4	9.07	2	9.06	2	III	55	542	4	5.58	2	5.60	1	III
68	692	7R	3.70	10	3.73	3	II	55	293	5	5.26	2	5.30	1	III
60	765	1	0.76	2	0.76	1	III	54	282	4	4.21	3	4.25	2	III
53	166	2u	3.15	2	3.15	1	IV	53	189	2	3.15	2	3.21	2	III
52	898	2u	2.40	2	2.38	1	III	52	214	3	2.18	2	2.22	1	I
51	765	1	1.78	2	1.80	1	III	50	041	3	—	—	0.05	2r	III
51	097	2u	1.11	2	1.10	1	IV	49	535	3	9.45	2	9.49	2	I
45	968	2	5.95	2	5.98	1	IV	49	35	3U	9.30	2	9.37	2	III
45	498	2	5.49	2	5.50	1	IV	48	998	3u	8.95	2	9.00	2	III
41	494	5R	1.52	4	1.51	3	I	41	295	4	1.28	2	1.31	3	III
38	—	—	8.39	2	8.4	1u		36	087	2	6.07	2	6.09	1	III
28	641	6R	8.67	4	8.65	3	I	34	748	3	4.79	2	4.76	1	III
26	651	2	6.67	2	6.68	1	IV	31	030	3	1.05	2	1.05	1	II A
21	023	5R	1.06	5	1.05	3	I	30	027	4u	0.05	3	0.04	2	V
19	160	7R	9.17	3	9.21	5	II	26	434	3u	6.43	2	6.41	2	III
17	603	3	7.65	2	7.63	1	III	25	408	3	5.86	2	5.41	1	III
16	978	2	7.04	2	7.03	1	III	23	521	3	3.53	1	3.52	1	II
16	238	4R	6.26	2	6.26	2	I	21	587	2	—	—	1.60	1	
15	857	3u	5.83	2	5.89	1	III	20	875	2	0.85	1	0.92	1	
14	315	2	4.33	1	4.37	1		19	578	4	9.57	1	9.60	2	III
12	020	2U	2.00	5	—	—	III ¹⁾	18	480	3v	8.47	1	8.49	1	III
08	757	6R	8.76	3	8.76	3	II	17	843	2	7.81	2	7.85	1	III
07	769	2	7.76	1	7.78	1	IV	16	175	2	—	—	6.20	2	
05	—	—	—	—	5.66	2		15	439	4	5.45	2	5.45	2	III
03	163	3	3.14	2	3.18	1	I	14	624	2	4.56	3	4.64	1	IV

1) King [77] mißt: 3911.98 und 3911.82.

Hall	Exner u.	Haschek	Klasse
Bogen	Bogen	Funke	
[93]	[68]	[88]	
8812 258 3	2.21 2	2.30 1	IV
07 925 3	7.91 1	7.95 1	III
06 827 3	6.82 2	6.86 1	IV
04 802 5	4.80 5	4.85 3	III
3797 711 4	7.70 2	7.75 2	III
97 127 3	7.14 2	7.17 1	III
94 808 3	4.80 1	4.84 1	III
98 875 4	3.85 2	3.90 2	III
98 289 4	3.29 2	3.31 2	III
92 136 4	2.14 2	2.18 2	III
91 378 4	1.37 2	1.40 2	III
90 451 3	0.47 2	0.49 1	IV
90 224 2	0.20 1	0.24 1	IV
89 722 2	9.72 1	9.75 1	IIA
88 882 3	—	8.88 1	
87 —	7.14 2	—	
68 733 3	8.71 2	8.71 1	III
68 241 4	8.22 5	8.25 2	II
67 427 2	7.45 1	7.48 1	IV
58 047 3	8.08 2	8.05 1	III
57 661 4	7.65 3	7.68 2	III
57 170 3	7.15 2	7.19 1	III
54 585 1u	—	4.80 2	
49 001 4R	9.00 3	9.01 3	III
48 604 3	8.60 2	8.65 2	III
47 251 2	7.27 1	7.29 1	III
44 420 2	4.52 2	4.49 1	III
43 878 4R	3.88 4	3.91 3	II
43 561 4R	3.58 3	3.58 3	II
42 968 2	2.95 2	2.99 1	III
38 —	—	8.88 2	
32 029 3	2.04 3	2.04 2	I
30 802 3	0.81 3	0.80 2	I
16 518 2u	6.53 1	6.51 1	IV
15 —	—	5.48 2	
15 171 1	5.18 1	5.18 2	
12 944 2	2.95 1	2.97 6	IV
10 —	0.10 2	—	
3698 170 1u	—	8.01 3	
89 294 2	9.28 1	9.33 1	
88 450 3	8.42 2	8.45 1	
87 546 2u	7.51 2	7.50 1	III
87 260 3u	7.27 2	—	III
86 886 3u	6.80 2	6.78 2	III
85 570 2u	5.55 2	5.59 1	III
84 —	—	4.26 2	
81 686 2	1.67 1	1.71 1	IV

¹⁾ Burns [74] miSt: .880.

²⁾ Burns miSt: .485.

³⁾ Burns miSt: .686.

Hall	Exner u.	Haschek	Klasse
Bogen	Bogen	Funke	
[93]	[68]	[68]	
3679 807 3	9.82 2	9.83 1	III
79 065 2	9.03 1	9.03 1	IV
77 891 1U	7.83 1	7.89 4r	
77 673 1	7.64 1	7.70 2	
68 035 2	8.02 1	8.05 1	
66 646 3	6.63 2	6.68 1	IV
65 979 2	5.99 1	6.00 1	IV
64 —	—	4.95 2	
63 216 4u	3.21 2	3.27 1	III
62 848 3	2.88 2	2.88 1	III
56 265 5u	6.25 3	6.28 2	III
53 980 5u	3.92 3	3.95 2	III
49 859 2	9.85 1	9.88 1	
49 017 4u	8.06 3	9.04 3	III
48 546 3u	8.51 2	8.53 1	III
46 161 3	6.15 1	6.15 1	IV
41 844 4u	1.84 3	1.86 3	III
41 479 3	1.46 2	1.49 1	III
39 784 6R	9.82 5	9.83 5	II
36 588 5R	6.55 4	6.60 3	II
35 278 2	—	—	
32 841 4v	2.83 3	2.85 2	III
31 884 1	—	1.61 10d ²⁾	
19 461 3	9.42 2	9.48 1	IV
15 646 3	5.62 2	5.65 1	IIA
13 664 2	3.65 1	3.69 1	IV
13 181 1u	3.15 1	3.22 3	
12 605 2	2.54 1	2.64 1	
10 046 2	0.05 2	0.07 1	III
09 482 3	9.50 2	9.50 1	III
08 401 2	8.40 1	8.40 1	
05 880 10R	5.84 30R	5.83 20	II ¹⁾
08 789 3u	3.74 2	3.77 10	III
02 564 2	2.55 1	2.59 1	III
01 654 4u	1.66 3	1.66 3	III
3599 390 2	9.89 1	9.89 1	IV
98 488 10R	8.49 30R	8.48 20R	II ²⁾
86 —	6.97 2	—	V
85 504 1	—	5.49 3	
85 292 2	—	5.29 4	
84 366 1U	4.32 1u	4.4 2u	V
82 618 2	2.65 1	2.64 1	
78 688 10R	8.68 30R	8.66 20R	II ³⁾
74 940 2u	4.85 2	—	IV
74 805 3u	R ²⁾	4.81 3	III
74 089 3	4.04 1	4.06 1	III
3578 642 4	3.65 1	3.65 1	III

	Hall Bogen		Exner u. Bogen	Haschek Funke	Klasse
	[93]		[68]	[68]	
3572	743 3		2.75 2	2.75 1	IV
66	—		6.18 3	6.10 2u	IV
64	708 2		4.72 1	4.73 1	
59	779 2		9.80 1	9.79 1	
58	65 1U		8.51 3	8.7 2u	IV
52	76 1U		2.9 2u	2.7 2u	
50	636 4u		0.66 3	0.63 2	V
11	824 1		1.81 1	1.85 4	
10	526 3		0.53 1	0.54 1	
3495	—		—	5.53 2	
95	872 1		5.37 1	5.38 3	
94	956 3		4.96 1	4.96 1	
88	443 2		8.41 1	8.43 1	
84	—		4.16 1	4.14 3	
82	—		—	2.60 2	
81	531 3		1.56 2	1.55 2	
81	299 3		1.31 2	1.30 2	
77	160 2		7.16 1	7.18 1	
75	127 1u		5.11 1	5.13 3	
74	375 2		4.84 1	4.99 1	
73	614 2		3.61 1	3.62 1	
72	900 2		2.87 1	2.90 1	
72	766 2		2.77 1	2.81 1	
72	—		—	2.08 3	
70	530 2		0.50 1	0.5 1	
70	401 2		0.40 1	—	
69	538 3		9.57 1	9.60 1	
67	718 3		7.89 1	7.70 1	
67	024 2v		7.00 1	7.00 1	
65	245 3		5.22 2	5.22 1	
60	480 3		0.41 1	0.43 1	
59	—		—	9.28 3	
58	086 2		8.07 1	8.10 1	
57	—		—	7.63 4	
55	607 4r		5.80 2	5.59 1	
55	276 2		5.26 1	5.3 1	
54	—		—	4.96 3	
53	743 3		3.75 2	3.78 1	
53	328 4		3.35 3	3.32 2	
47	761 3		7.75 1	7.76 1	
47	428 4		7.43 2	7.43 2	
47	015 3		7.01 1	7.01 1	
45	604 5		5.61 3	5.60 2	
43	782 2		—	3.80 1	
41	446 4		1.45 3	1.43 2	
41	113 2		1.11 1	1.10 1	
36	185 4		6.17 4	6.17 2	
35	817 2		5.81 2	5.79 1	
35	680 2		5.67 2	5.68 1	
34	110 3		4.09 1	4.09 2	

	Hall Bogen		Exner u. Bogen	Haschek Funke	
	[93]		[68]	[68]	
3433	596 5R		3.60 4	3.59 2	
33	307 3		3.29 2	3.31 5	
31	995 2		1.96 1	2.01 1	
31	279 2		1.27 2	1.28 1	
22	741 3		2.74 3	2.75 20	
21	210 3		1.21 3	1.19 10	
08	766 3		8.76 3	8.76 20	
03	319 2		3.31 2	3.35 15	
02	399 1		2.39 1	2.46 4	
3399	—		—	9.55 2	
95	—		—	5.63 3	
94	294 1		4.31 1	4.37 4	
93	338 1		3.84 1	3.88 4	
93	—		3.03 1	3.06 5	
91	424 1		1.41 2	1.47 5	
91	369 2		—	—	
82	678 2		2.68 2	2.68 10	
79	823 2		9.85 1	9.88 5r	
79	370 1		9.36 1	9.40 3	
79	169 3		9.18 2	—	
78	336 1		8.36 1	8.37 5	
76	397 2		6.42 2	6.29 1	
72	—		—	2.13 2	
69	—		—	9.06 2	
68	049 4		8.07 3	8.05 20	
67	516 1u		7.56 2	7.45 2	
63	—		—	3.73 2	
62	225 2u		2.26 2	—	
61	774 1		1.75 1	1.82 4	
60	295 3		0.81 2	0.36 20	
58	503 3		8.54 2	8.49 10	
57	—		7.41 1	7.40 4	
53	023 1		3.05 2	3.13 3	
51	980 3		1.98 2	1.98 1	
51	592 2		1.56 2	1.63 1	
49	316 2		9.27 2	9.36 2	
49	074 2u		8.99 2	9.1 1	
47	328 2		7.77 2	7.85 6	
46	744 4R		6.71 3	6.72 1	
46	012 3		5.99 3r	6.01 1	
43	334 2		3.25 2d?	3.32 1	
43	221 1		—	—	
42	578 3		2.56 2	2.64 10	
41	—		1.41 2	—	
39	798 3		9.76 2	9.86 10	
36	325 2		6.34 1	6.35 5	
35	298 1		—	5.37 8d?	
34	926 2		4.91 2	—	
34	690 1U		4.71 2	—	
33	556 1U		3.61 3u	—	

	Hall			Exner u. Haschek		
	Bogen			Bogen Funke		
	[98]			[68]		[68]
8882	874	2		2.89	2	2.91 1
80	—			0.61	2	—
29	050	4		9.07	2	9.02 1
28	847	1		8.86	1	8.86 3
26	582	2		6.59	2	6.61 1
24	889	1		4.86	1	4.88 4
24	055	1		4.06	1	4.08 3
18	—			8.1	2u	—
16	495	2		6.47	2	6.51 1
14	563	1		4.48	1	4.53 3
14	—			4.16	1	4.09 2
13	727	2		3.70	1	—
13	020	1		3.01	1	3.12 2
12	179	1		2.96	1	2.23 3
11	929	1		—		1.98 3
10	—			—		0.72 4
07	749	2		7.69	2	7.81 1
07	044	1		—		7.07 3
02	—			2.16	2	—
3298	807	2		8.26	2	8.33 1
95	425	1		5.88	1	5.47 5
91	—			—		1.78 3
85	—			—		5.92 2
83	—			—		3.05 2
70	—			—		0.21 3
69	—			—		9.81 2
69	—			—		9.16 2
66	882	2		6.59	1	—
64	—			—		4.28 3
59	972	3		9.96	2	9.96 1
58	—			—		8.78 2
57	818	3		7.81	2	7.81 1
54	—			4.91	2u	—
51	832	3		1.84	2	1.90 1
47	273	1		7.27	2	—
45	545	3		5.49	3	5.57 1
45	485	2		—		—
40	952	1		0.98	2	—
38	—			8.74	1	8.79 6
38	085	2		8.08	2	8.11 1
37	726	3		7.69	2	7.76 1
34	—			—		4.07 6
33	232	1		3.26	2	—
29	196	1		9.18	2	9.24 1
19	616	2		9.57	2	9.67 1
19	—			—		9.16 2
18	—			8.67	2	—
	Hall			Exner u. Haschek		
	Bogen			Bogen Funke		
	[98]			[68]		[68]
3217	40	3u		7.35	2	7.47 8
16	—			—		6.57 3
11	304	2		1.25	2	1.35 1
09	183	2		9.16	2	9.18 10
08	589	1		8.51	1	8.60 2
05	—			—		5.11 2
01	—			—		1.27 2
3198	112	2		8.03	1	8.02 1
97	081	3		7.07	2	7.08 15
88	015	2u		7.98	5	8.02 1
83	325	1		—		8.35 4
81	427	1		1.41	1	1.47 2
80	699	3		8.69	3	0.75 10
79	284	2u		9.22	2	9.40 2u
72	—			—		2.08 3
69	—			—		9.22 2
63	700	3		3.74	3	3.80 1
59	588	1u		9.57	4	—
58	—			—		8.02 2
55	152	3		5.14	3	5.12 1
52	831	1		2.88	2	—
52	—			2.18	1	2.18 3
50	—			—		0.09 2
49	—			—		9.80 2
48	443	2		8.40	3	8.42 1
47	224	2		7.18	2	7.17 5
45	—			5.57	2	5.73 2
45	—			—		5.07 2
44	404	2u		4.39	3	—
41	891	1		1.83	2	—
40	—			—		0.18 3
38	194	1		8.18	2	8.2 1
36	682	2		6.64	2	6.63 5
35	—			—		5.89 3
35	—			—		5.33 3
34	—			—		4.82 3
32	814	1		2.82	2	—
32	060	4		2.06	4	2.07 20 1)
31	206	1		1.17	2	—
28	695	2		8.60	2	8.66 5
24	971	4		4.97	3	4.98 20 2)
22	596	1		—		2.80 3
20	383	4		0.84	2	0.88 15
19	699	2		9.68	2	—
19	286	2		9.19	2	—
18	645	3		8.65	2	8.68 10
16	—			—		6.73 2

1) Pickhan [92] mSt: .057.

2) Pickhan mSt: .977.

	Hall Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Funke [68]	Pick- han Bogen
	[93]	[68]	[68]	
3115	—	—	5.64	2
15	—	—	5.28	2
10	862 2	0.89 3	0.9	1
09	340 2	9.29 2	9.36	1
08	—	—	8.67	2
07	565 1u	—	7.58	3
03	—	3.41 1	3.48	2
3096	528 2u	6.48 1	—	—
96	—	6.03 1	6.13	3
95	851 3u	5.81 2	—	—
95	378 2	5.34 2	—	—
93	—	—	3.49	3
87	—	—	7.88	2
87	537 2	7.49 1	—	—
77	832 3	7.79 2	7.78	2
77	—	—	7.22	2
73	675 3	3.68 2	3.68	1
67	—	—	7.16	2
65	068 3	5.05 2	5.07	1
61	651 2	1.68 2	1.61	1
59	523 1	9.48 1	9.49	2
53	882 6R	3.88 3	3.90	2 884
52	229 2	2.18 1	2.23	1
50	138 2	0.11 1	0.15	10
47	458 2	7.44 1	7.62	1
41	—	—	1.74	5
40	849 5R	0.87 4	0.91	10 855
39	784 2	9.75 2	9.78	1
37	051 5R	7.00 3	7.04	1 047
34	198 5R	4.15 3	4.2	1 197
32	927 1	2.87 1	2.98	2
31	490 2	1.48 1	—	—
31	880 4	1.84 2	1.85	1
30	249 5R	0.26 3	0.24	2 257
29	169 4R	9.18 3	9.15	1 170
28	127 1	—	8.11	3
26	647 1	—	6.69	3
24	682 2	4.64 1	—	—
24	855 5R	4.35 4	4.40	2 896
21	565 6R	1.56 3d	1.61	2 575
20	671 5R	0.64 2	0.69	1
18	827 4R	8.80 2	8.83	1
18	500 5R	8.45 2	8.52	1 504
17	580 6R	7.57 2	7.59	2
15	510 1	7.50 2	5.50	3
15	199 4R	5.17 2	5.21	1 208
14	920 6R	4.92 2	4.96	1
14	767 5R	4.78 3d	4.78	1 764
13	720 4R	3.68 3	3.72	2 724
13	040 4R	3.00 2	3.08	1

	Hall Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Funke [68]	Pick- han Bogen
	[93]	[68]	[68]	
3005	068 4R	5.07 3	5.07	2 067
03	925 1	—	3.92	2
00	894 4R	0.89 3	0.92	1
2998	796 4R	8.79 3	8.82	1 795
96	585 4R	6.58 3	6.62	2 580
95	110 4R	5.09 3	5.14	1 113
94	737 1	—	4.77	2
94	077 3R	4.08 2	4.11	1
92	581 1	—	2.48	2
91	895 5R	1.89 2	1.94	1 898
89	195 2	9.16 1	9.21	10
88	654 5R	8.60 3	8.68	1 680
88	056 1	—	8.07	2
86	474 6R	6.49 3	6.49	2 467
86	142 2	6.10 2	—	—
86	002 4R	5.98 2	6.0	2d 5.992
85	856 3R	5.85 2	—	—
85	326 2	5.32 1	5.36	10
80	795 4R	0.80 3	0.83	1 787
79	743 2	9.73 1	9.76	10
76	719 1	—	6.71	2
75	489 4R	5.43 3	5.49	1 477
71	909 2	1.88 1	1.90	10
71	118 4R	1.10 3	1.13	1 103
67	653 4R	7.67 3	7.64	1 638
66	058 1	6.08 1	6.05	3
61	733 1	1.73 1	1.73	4
56	342 2	6.29 1	—	—
53	715 1	—	3.69	4
53	366 1	3.35 1	3.35	3
49	—	—	9.44	2
46	843 1	6.82 1	6.81	3
41	890 1	1.89 1	1.98	3
40	—	—	0.25	2
39	—	—	9.46	2
36	—	—	6.94	2
35	141 2	5.13 1	5.14	4
34	—	—	4.3	2u
33	970 1	3.96 1	3.96	2
32	707 1	—	2.71	2
30	852 1	—	0.85	2
29	445 1	—	9.44	2
28	302 2	8.25 1	8.34	3
28	143 2	8.14 1	8.16	3
27	087 1	—	7.09	5
26	156 1	—	6.17	2
23	634 1	—	3.74	3
23	481 1	—	3.49	2
21	816 2	1.81 1	1.83	3
21	243 1	1.86 1	1.24	3

Hall			Exner u. Haschek			Hall			Exner u. Haschek				
Bogen			Bogen Funke			Bogen			Bogen Funke				
[98]			[68]			[98]			[68]				
2916	166	2	6.16	1	6.08	1	2902	575	3	2.50	3	2.58	10
15	280	1	—	—	5.24	2	(8)	940	3	0.94	3	0.94	5
13	718	3 R	3.73	2	3.73	1	59	917	4	—	—	—	—
11	689	1	—	—	1.71	3	58	—	—	8.90	3	8.91	4
11	146	3 R	1.18	2	1.17	1	58	659	2	—	—	8.64	2
10	907	4 R	0.91	2	0.90	1	57	—	—	—	—	7.98	2
10	651	1	—	—	0.87	2	57	405	2	7.39	1	7.39	3
09	058	4 R	9.05	2	9.03	1	56	764	2	6.74	1	6.75	3
05	496	3 R	5.50	2	5.50	1	55	682	4	5.64	3	5.64	10
04	685	2	4.70	1	4.73	1	55	073	1	—	—	5.04	2
03	973	1	—	—	3.98	2	53	204	1	—	—	3.24	3
2899	482	1	—	—	9.48	3	51	357	2	1.36	1	1.38	3
99	216	3	9.23	2	9.15	2	49	842	4	9.83	4	9.83	10
98	539	2	8.52	1	8.54	5	48	201	1	9.29	2	—	—
97	701	1	—	—	7.70	3	48	—	—	—	—	8.40	2
96	757	3	6.75	2	6.77	2	46	—	—	—	—	6.69	2
96	466	1	6.46	2	4.41	5 d	46	—	—	—	—	6.39	3
94	178	2	4.09	2	4.27	2	43	254	5 R	3.24	4	3.24	15 R
93	260	3 R	3.26	3	3.26	1	40	022	2 v	0.02	1	0.03	3
92	947	1	—	—	2.97	2	38	740	1	—	—	8.79	5
91	—	—	—	—	1.88	2	37	875	1	—	—	7.89	2
91	421	2	1.42	2	1.42	1	36	488	1	—	—	6.48	2
91	107	1 u	—	—	1.13	4 d	35	640	5 R	5.64	4	5.60	30
89	811	1	—	—	9.85	2	34	—	—	—	—	4.29	5
89	485	1	—	—	9.51	3	32	—	—	—	—	2.48	4
89	267	3 R	9.25	5	—	—	30	478	2	0.48	1	0.52	20
89	205	2	—	—	9.19	3	28	750	2	6.72	1	—	—
88	—	—	—	—	8.74	3	26	159	1	—	—	6.18	2
87	—	—	—	—	7.77	2	25	—	—	—	—	5.54	2
87	001	3 R	0.99	3	7.00	1	22	375	2	2.37	2	2.42	10
81	931	1	—	—	1.90	4	22	020	1	2.04	1	2.07	5
81	148	2	1.15	2	—	—	18	361	1	8.40	1	8.37	3
80	376	2	0.89	1	0.88	4	16	845	1	—	—	6.81	3
79	279	3 R	9.28	3	9.20	1	12	001	2	2.02	1	2.01	10
78	452	2	8.43	1	8.43	2	11	175	1	1.19	1	1.07	2
77	983	3	7.97	2	7.95	3	10	—	—	—	—	0.14	2 u
76	250	2	6.24	2	6.28	3	08	—	—	—	—	8.08	2
75	998	3	5.98	2	5.95	5	00	775	1	0.76	1	0.78	10
75	081	1	—	—	5.03	2	00	—	—	—	—	0.19	2
73	822	2	3.92	1	3.85	2	2798	675	2	—	—	8.71	3 d
73	493	3	3.49	2	3.49	3	95	—	—	—	—	5.55	2
71	641	3	1.64	1	1.63	1	92	164	1	—	—	2.16	10
70	442	3	0.43	2	0.43	5	89	405	1	—	—	9.41	4
70	183	1	0.19	2 d	—	—	87	628	1	—	—	7.61	4
67	655	3	7.64	3	7.64	5	86	486	1	—	—	6.48	3
67	102	2	7.09	1	7.13	2	85	702	1	—	—	5.72	3
66	748	3	6.76	3	6.74	5	82	—	—	—	—	2.60	2
65	897	1	—	—	5.92	2	82	362	1	—	—	2.38	3
65	338	2	5.34	1	5.35	2	81	155	2	1.17	1	1.10	2
65	112	3	5.10	3	5.11	4	80	895	1	—	—	0.92	2

	Hall		Exner u.		Haschek
	Bogen		Bogen		Funke
	[98]		[68]		[68]
2780	702	7 R	0.73	8	—
80	304	1	—		0.32 5
79	136	2	—		—
78	059	3 u	8.10	1	8.07 5
77	667	2 u	7.68	1	—
76	—	—	—		6.65 2
75	665	2	5.70	1	—
74	439	1	—		4.46 4
73	809	1	—		3.32 3
71	—	—	—		1.93 2
71	448	2	1.46	1	—
69	915	6 R	9.91	6	9.88 1
68	593	1	—		8.58 4
66	542	4 R	6.56	4	6.52 15
65	873	1	—		5.90 2
65	474	1	—		5.49 2
64	364	4 u	4.39	3	4.30 2
63	—	—	—		3.60 2
63	076	2	3.07	1	—
62	—	—	—		2.75 2
62	596	3	2.61	3	2.60 10
61	745	3 u	1.75	3	1.75 1
60	—	—	—		0.51 2
60	—	—	—		0.39 2
60	—	—	—		0.3 2
60	054	1	—		0.05 2
59	729	1	—		9.73 3
59	397	1	9.40	1	9.40 4
58	988	1	—		8.98 4
57	728	3	7.78	3	7.71 8
57	100	4 R	7.12	4	6.94 2
56	762	2	6.76	1	—
56	—	—	—		6.29 3
55	—	—	5.28	1	5.25 2
54	286	1	—		4.29 3
53	—	—	—		3.90 2
53	—	—	—		3.65 2
52	878	4 R	2.87	3	2.80 1
51	878	3	1.89	3	1.86 10
51	604	2 u	1.60	1	—
50	781	3	0.75	3	0.71 10
49	—	—	—		9.78 2
48	993	4	8.99	3	8.92 8
48	292	5 R	8.26	3	—
46	—	—	—		6.16 4
44	—	—	—		4.94 3
44	—	—	—		4.56 2
43	647	3	—		3.80 3
43	—	—	3.11	2	—
42	182	2	2.15	2	—

	Hall		Exner u.		Haschek
	Bogen		Bogen		Funke
	[98]		[68]		[68]
2742	040	2	2.02	2	2.02 8 r
41	075	2	1.07	2	1.06 2
40	101	1	0.10	1	0.07 3
39	394	3	9.37	2	9.4 2
36	478	5 R	6.43	4	—
31	914	5 R	1.90	5	1.89 1
27	264	2	7.26	1	7.22 5
26	524	5 R	6.49	5	6.49 1
24	058	1	—		4.02 4
23	—	—	—		3.59 5 d
22	758	3	2.75	2	2.73 5
20	255	1	—		0.27 3
20	078	1	—		0.07 3
18	320	1	—		3.88 3
18	075	1	—		8.1 2
17	520	2	7.45	1	7.49 4
16	188	3	6.15	2	—
12	314	3	2.30	2	2.31 6
10	—	—	—		0.91 5
09	320	1	—		9.31 5
08	802	1	—		8.80 5
06	541	2	—		6.55 1
03	862	2	3.75	1	3.85 2
03	573	1	—		3.54 6
03	491	2	3.47	1	—
02	000	3	1.95	2	2.01 1
01	—	—	—		1.20 2
01	113	1	—		1.11 3
00	604	2	0.58	1	0.62 1
2693	860	1	—		8.84 4
98	695	3	8.67	3	8.66 4
98	417	3	8.40	3	8.42 4
97	916	2	7.90	1	7.91 5
97	523	1	—		7.50 4
96	—	—	—		6.78 2
96	548	2	6.55	1	—
98	589	2	—		3.52 6
92	126	1	—		2.12 3
91	050	4	1.06	3	1.05 10
90	261	2	0.26	1	—
88	425	2	—		8.80 12 d
88	050	3	8.08	2	—
87	098	4	7.07	3	7.08 3
83	—	—	—		3.45 2
81	472	2	1.41	1	—
80	352	2	0.29	1	0.80 2 d
78	302	4	8.75	3	8.78 10
78	173	2	8.14	2	—
77	171	5 R	7.14	4	7.17 20 r
75	373	1	—		5.69 3

	Hall		Exner u. Haschek	
	Bogen		Bogen Funke	
	[98]		[68]	[68]
2673	688	2	8.65	1
72	838	3	2.83	3
72	—	—	—	2.84 6
71	989	2	2.00	1
71	818	3	1.80	3
70	—	—	—	1.85 8
70	—	—	—	0.90 2
69	378	2	9.89	2
68	722	4	8.71	3
67	—	—	—	0.11 3
66	026	4	6.02	3
66	688	2	3.68	1
65	480	4	3.41	3
61	785	2	1.74	1
61	—	—	—	1.75 8d?
58	—	—	—	1.89 3
58	603	3	8.60	3
58	594	3	8.57	3
52	—	—	—	8.95 2
42	144	2	2.13	1
42	086	2	—	—
38	899	2	8.88	1
31	—	—	—	1.00 3
29	829	2	9.82	1
28	—	—	—	8.00 2
26	607	2	6.58	1
25	830	2	5.84	1
23	—	—	—	8.89 2
22	876	3	2.87	2
20	486	2	0.47	1
19	983	2	0.00	1
19	—	—	—	9.64 2
19	505	2	9.49	1
18	280	2	8.28	1
16	—	—	—	6.21 2
14	—	—	—	4.83 2
10	—	—	—	0.84 2u
07	910	1	—	7.91 2
06	—	—	—	6.55 2
08	585	2	3.57	1
00	637	2	—	—
2596	—	—	—	6.11 2
95	—	—	—	5.58 2
91	861	4R	1.37	3
90	725	1	—	1.86 1
89	—	—	—	0.78 3
88	217	3	8.21	1
87	—	—	—	9.71 2
84	—	—	—	8.2 1
78	—	—	8.27	1
78	—	—	—	7.41 2
78	—	—	—	4.11 2
78	—	—	—	8.81 2

	Exner u. Haschek	
	Bogen Funke	
	[68]	[68]
2577	68	2
78	—	—
71	76	2
68	53	1
63	—	—
63	—	—
62	—	—
60	71	2
59	—	—
57	15	2
55	—	—
53	06	2
51	—	—
49	51	2
48	—	—
48	—	—
45	64	2
43	—	—
41	37	2
38	—	—
34	32	1
31	—	—
30	—	—
29	—	—
27	11	2
23	—	—
23	—	—
20	—	—
19	52	2
18	71	2
18	—	—
16	90	2
16	—	—
15	—	—
13	62	1
04	31	2
02	55	2
2498	—	—
96	31	2
93	—	—
92	—	—
92	53	2
91	34	2
90	—	—
89	—	—
86	—	—
83	—	—
83	—	—
79	—	—
78	—	—

	Exner u.	Haschek	Piña
	Bogen	Funke	Bogen
	[68]	[68]	[84]
2472	—	2.88 2	
69	—	9.14 2	
66	—	6.6 2 u	
54	—	4.47 2	
49	—	9.95 2	
49	—	9.62 2	
38	—	8.47 2	
33	—	3.23 2	
16	—	6.40 2	
08	66 2	8.68 1	
2397	—	7.77 2	
94	—	4.02 2	
89	—	9.78 2	
83	29 2	—	
81	—	1.51 2	
66	85 2	6.81 2	
65	16 1	5.21 2	
64	74 2	—	
45		5.88 3	
33		3.48 2	
24		4.91 4	
20		0.12 2	
19		9.41 2	
19		9.07 2	
14		4.74 2	
14		4.65 2	
07		7.20 2	
00		0.51 2	
2297		7.20 2	7.14 3
95		5.57 2	—
90		0.69 2	—
89		—	9.66 2
86		—	6.41 2
85		—	5.90 2
84		4.51 2	4.70 3
81		—	1.73 2
76		6.49 2	6.81 2
75		5.53 2	5.88 3
73		3.48 2	3.66 2
68		—	17 2
67		—	68 2
66		—	66 2
61		76 1	65 2
59		—	12 2
58		08 2	—
57		83 1	97 3
57		63 1	73 2
56		08 2	02 2
49		88 1	95 2
49		—	79 2

Exner u. Haschek Funke			Pisa Bogen	
[68]			[84]	
2248	62	1	60	2
48	84	1	32	2
47	74	1	92	1
44	90	1	88	1
44	14	2	—	—
43	87	1	63	2
43	82	1	28	1
41	88	1	92	2
37	58	2	—	—
35	90	2	—	—
28	—	—	27	2
26	71	2	36	2
13	72	1	67	1
11	83	1	82 Si?	2
09	—	—	28	1
04	—	—	99	2
2191	64	1	88 Fe?	2
86	—	—	47	2
78	—	—	05	2
71	13	1	22	1
71	—	—	12	2
70	71	1	76	1
66	—	—	79	3
62	—	—	53	6 u
57	—	—	84	6 u
54	—	—	54	4
50	75	1	68	3
35	43	1	39	3
34	—	—	98	—
34	59	1	59	5
34	—	—	26	—
33	50	1	50	3
33	—	—	00	2
32	69	1	67	2
30	—	—	24	2
29	—	—	91	2
24	—	—	18 Si?	5
2095	—	—	74	2
95	—	—	39	—
95	—	—	05	Band
65	—	—	58	5 u
61	—	—	69	5 u
55	—	—	62	5 u
49	—	—	33	1
42	—	—	97	1
39	—	—	88	1
39	—	—	33	3
36	—	—	46	1
34	—	—	27	2
31	—	—	21	1

Pfla Bogen		Röntgengebiet. (X-Einheiten.)							
[84]									
2029	81 1	Siegbahn	Stensson	Dolejsak	Siegbahn	Siegbahn u. Sten- ström	Moseley		
28	17 1								
28	00 1	[97]	[90]	[96]	[85]	79	[78]		
26	25 1								
25	55 2								
2025	31 2	K							
05	78 0	α_2	2289.54	2244.28 1)		2244	2295	K — L ₂	
04	92 0	α_1	2245.47		2285.17	2284		K — L ₁	
00	56 0	$\alpha_{3,4}$	2273.3	2265	2273.3				
1999	92 0	β_1				2081.44	2079	K — M ₂	
97	26 0	β_2					2089		
96	71 0								
94	00 0								

King [77] hat das Bogenspektrum im elektrischen Ofen bei verschiedenen Temperaturen erzeugt, und teilt die Linien je nach ihrem Erscheinen in verschiedene Klassen. Klasse I umfaßt die Linien, welche bei niedriger Temperatur (etwa 2000°) erscheinen, mit steigender Temperatur langsam wachsen, während die Linien von Klasse II viel schneller an Intensität zunehmen. Die Linien der Klasse III erscheinen erst bei mittlerer Temperatur (2300°), die von IV bei der höchsten (2600°). Die Linien V fehlen im Ofen, oder sind viel schwächer, als im gewöhnlichen Bogen. Der Buchstabe A nach der Klasse bedeutet, daß die Linien umgekehrt im Bogen viel schwächer sind, als im Ofen. — Schon bei 1700 bis 1800° gibt der Ofen ein ziemlich reiches Spektrum, dessen Tabelle sich bei King findet.

Ein Blick auf die Tabellen zeigt, das Cr besonders reich an Linien ist, die im Funken wesentlich stärker sind, als im Bogen, also an enhanced lines nach Lockyers Bezeichnung. Baxandall [61] gibt eine Liste von 30 solchen Linien zwischen λ 3900 und λ 4850. Ich führe sie nicht an; man könnte die Liste leicht vervielfachen.

Gramont [57] sucht auf, welche Linien im flash-Spektrum vorhanden sind, findet für Chrom 5208 und 4254. Sonst gibt er [70] als Restlinien 3805 und 3593. — Ähnlich untersucht Pollok [72] die Empfindlichkeit der Reaktion von Entladungen durch Spektralröhren, die geringe Mengen Salze enthalten.

Der Zeemaneffekt ist mehrfach untersucht. Schon im Band V waren drei solche Messungen angeführt; dabei wichen die Zahlen von Purvis [38] sehr wesentlich ab von denen von Miller [42] und Hartmann [46], und auch von den neuen von Babcock [64]. Daher mißt Purvis [66] abermals, findet aber die alten Werte für die Aufspaltung. Man muß wohl annehmen, daß seine

1) Stensson mißt für die Differenz $K\alpha_2 - K\alpha_1$ 4.114; dies ergibt mit Hilfe des Siegbahnschen Wertes 2285.17 für α_2 den Wert 2289.28.

Messung des Feldes falsch gewesen ist. — Dufour [56, 59, 63] untersucht Linien zwischen λ 5204 und λ 5409; er findet mehrere Linien mit dissymmetrischer Zerlegung. Erwähnt sei noch, daß von dem Triplet 5204, 5206, 5208 die erste Linie in 9, die zweite in 6, die dritte in 15 Komponenten zerspalten wird. Babcock [64] untersucht eine sehr große Zahl von Linien zwischen λ 4801 und λ 3744. Die untersuchten Linien sind in der Tabelle bezeichnet, das Detail muß in der Arbeit eingesehen werden. Ähnliche Messungen macht Lüttig [71] am Funkenspektrum. Die von ihm untersuchten Linien sind zum Teil nach den Messungen Hartmanns angegeben. Detail für 40 Linien zwischen 5409 und 4344 sehe man im Original. Richter [76] macht ebenfalls Untersuchungen an einzelnen Linien.

Wali-Mohammad [69] hat sich mit der Feinstruktur der Linien beschäftigt; er bestätigt die Angabe von Janicki [52], daß alle einfach sind, wenn auch in einzelnen Fällen durch Selbstumkehr eine Spaltung vorgetäuscht wird.

Der Einfluß des elektrischen Feldes ist von Anderson [83] untersucht worden. In dem Gebiet zwischen λ 5410 und λ 3670 findet er 74 Linien, die Einfluß zeigen, und zwar in sehr verschiedener Weise. Einzelheiten können hier natürlich nicht angegeben werden.

Eine interessante Art, ein Dampfprisma herzustellen, um an ihm die anomale Dispersion zu studieren, erfindet King [82]. In einem durch den Strom erhitzten Kohlerohr legt er auf den Boden die zu verdampfenden Metallstücke, die nun eine Dampfmasse erzeugen, welche nach oben an Dichte abnimmt. Der Lichtstrahl einer Bogenlampe wird hindurchgesandt und so ein Absorptionsspektrum erzeugt, dessen Linien nun anomale Dispersion zeigen. Alle Linien, welche absorbieren, bringen auch anomale Dispersion hervor, und zwar ist sie desto stärker, je stärker die Absorption ist. Eine lange Liste enthält die Linien aus dem Gebiet λ 5410 bis λ 3578, welche anomale Dispersion zeigen; es sind ausschließlich Linien aus den Klassen I und II, also solche, welche bei der erzeugten Temperatur kräftig emittiert und absorbiert werden, welche daher auch besonders oft Selbstumkehr zeigen.

In [81] zeigt dann King weiter auf ähnliche Weise, daß trotz starker anomaler Dispersion kein Einfluß auf die Wellenlänge benachbarter Linien in Gemischen von Cr, Ca, Si nachzuweisen ist.

Smith [75] beobachtet Büschelentladungen in Salzlösungen.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen hat wieder Moseley [73] die ersten brauchbaren Messungen der K-Serie gemacht, die dann allmählich von Siegbahn und Stenström [79, 80], Stensson [90], Siegbahn [86], Hjalmar [95] und Dolejšek [96] ergänzt und verbessert wurden.

In dem Anhang zur Wellenlängen-Tabelle sind die gemessenen Werte zusammengestellt, in den ersten Spalten die neueren Werte, die zur Zeit zu benutzen sind, dazu auch die älteren Messungen von Moseley, Siegbahn und Stenström des Vergleichs wegen; vor der Tabelle sind die Bezeichnungen der Linien

in der Art Siegbahns, in der letzten Spalte in der Systematik Wentzels [98] angeführt.

Auch die K-Absorptionsgrenze ist mehrfach gemessen worden, von Duane und Kang [87], Fricke [88], sowie Duane und Fricke [94]. Die Kante liegt bei 2061 nach [87], bei 2062.3 nach [94]. Der letzte Wert ist nach der Ionisationsmethode bestimmt. Es tritt hier nur eine scharfe Grenze ohne Feinstruktur auf, während, wie in [88] gezeigt wird, bei photographischer Untersuchung Andeutungen einer komplizierten Struktur der K-Kante auftreten.

Daß Chrom auch ein Bandenspektrum erzeugt, ist im Band V ausführlich besprochen, ebenso, daß es noch sehr unvollkommen bekannt ist. Die einzigen genaueren Messungen stammen von Stütting [47], der im Bogen 5 Bandengruppen mit je 4 Kanten findet. Die Einzelbanden und die Bandengruppen sind nach Rot abgeschattiert. Von neueren Angaben sind folgende zu nennen: Exner und Haschek [68] geben die Lage der Hauptkante von 4 Gruppen, in guter Übereinstimmung mit Stütting. Eder und Valenta [67] besprechen im Text zu ihrem Atlas das Flammenspektrum verschiedener Chromsalze. In diesem treten Banden auf, und es werden 5 Kanten angegeben, von welchen vier mit Stütting übereinstimmen, eine neu ist und eine fehlt. Man findet dort auch eine lange Liste von Chromlinien, die sichtbar sind. Eder und Valenta sagen, es seien dieselben Banden, die auch im Bogen sichtbar seien. Bei der Besprechung des Bogens in demselben Werke geben sie dann auch eine Liste, die aber zum Teil abweicht. Die Zahlen sind:

Stütting Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Eder u. Valenta Bogen	Flamme
		6880	
6785.8			
79.8			
75.7			
72.1		6778	
		6452	6863
6407.0			
01.8			
6397.7			
94.3	6894.5	6894.5	6895
		6280	
		6167	
6064.6	6062.9	6065	
58.8			
54.8			
51.6	6061.8	6061.9	6062
5794.5	5794.5	5795	5795
5584.8		5585	5585

Eder und Valenta meinen, daß es sich um ein Oxydspektrum handle. Dieselbe Meinung spricht auch King [82] aus, da in seinem Vakuumofen die

Banden völlig fehlen. — In dem Eiderschen Atlas sieht man auf Tafel II Nr. 11 die vier Banden, welche Exner und Haschek anführen, sehr schön, ebenso auf Tafel 21 Nr. 2, wo auch die Kante 6830 sehr stark hervortritt.

Bei der Literatur sind noch einige Arbeiten angeführt, die sich eingehender mit den Absorptionsspektren der Chromsalze beschäftigen. Doch soll hier nicht darauf eingegangen werden; auch ist keine vollständige Literaturangabe für diese Fragen angestrebt.

Ebenso soll nur durch [91] auf die Messungen der Absorption und Reflexion an kathodisch zerstäubten dünnen Chromschichten hingewiesen werden.

Nachtrag bei der Korrektur: In einer neuen Abhandlung bespricht M. A. Catalan, Phil. Trans. A. 223 p. 127—173 (1922) die Auffindung einer dreimal auftretenden komplizierten Gruppe von Linien, wie er solche auch im Mu gefunden und als Multiplet bezeichnet hat. Die vollständigste dieser drei Gruppen ist — mit Angabe der Schwingungszahlen und Schwingungsdifferenzen — nach der Messung von Exner und Haschek folgende:

	Diff.		Diff.		Diff.		Diff.
λ							
ν							
Diff.							
λ							
ν							
Diff.							
λ							
ν							
Diff.							
λ							
ν							
Diff.							
λ							
ν							
Diff.							
λ							
ν							
Diff.							
λ							
ν							
Diff.							

Die beiden anderen Gruppen mit den gleichen Schwingungsdifferenzen sind durch die Wellenlängen gebildet: 5247.55, 5264.18, 5265.73, 5296.69, 5298.29, 5300.71, 5345.80, 5348.31, 5409.81 und 3883.33, 3885.21, 3886.77, 3894.05, 3902.90, 3903.14, 3908.76, 3916.26, 3919.17, 3921.06, 3928.67, 3941.52.

Caesium ($\lambda = 850.0$, $\lambda = 850.0$).

Literatur.

- [68] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. *Astrophys. J.* 27 p. 353—362 (1908).
- [69] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. *Wien. Ber.* 119. IIa p. 519—518 (1910).
- [70] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 33 p. 717 bis 738 (1910).
- [71] H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 33 p. 739 bis 746 (1910).
- [72] R. T. Birge, Formulae for the spectral series for the alkali metals and helium. *Astrophys. J.* 32 p. 112—124 (1910).
- [73] P. V. Bevan, The absorption spectra of vapours of the alkali metals. *Proc. Roy. Soc. A.* 83 p. 421—428 (1910).
- [74] E. Goldstein, Über die Darstellung der Grundspektren von Kalium, Rubidium und Caesium. *Physik. Zs.* 11 p. 560—568 (1910).
- [75] G. Gehlhoff, Über die Glimmentladung in Rubidium- und Caesiumdampf. *Verhandl. D. Physik. Ges.* 12 p. 963—969 (1910).
- [76] G. Gehlhoff, Über die Emission der Serien- und Grundspektren bei der Glimmentladung der Alkalimetalldämpfe. *Verhandl. D. Physik. Ges.* 12 p. 970—974 (1910).
- [77] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. I. The alkalis, H and He. *Phil. Trans. A.* 210 p. 57—111 (1910).
- [78] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911 bei A. Hoelder.
- [79] E. E. Mogendorff, Summational and differential vibrations in line spectra. *Verh. Akad. van Wetensch. Amsterd.* 1911, p. 470—481.
- [80] H. M. Randall, Some infra-red spectra. *Astrophys. J.* 34 p. 1—20 (1911).
- [81] P. V. Bevan, The absorption spectra of lithium and caesium. *Proc. Roy. Soc. A.* 85 p. 54—58 (1911).
- [82] G. Gehlhoff, Über die Glimmentladung und Emission der Alkalimetalldämpfe. *Verhandl. D. Physik. Ges.* 13 p. 188—192 (1911).
- [83] G. Gehlhoff, Über eine einfache Methode zur Erzeugung von Metallspektren in der Glimmentladung. *Verhandl. D. Physik. Ges.* 13 p. 266—270 (1911).
- [84] L. Dunoyer, Recherches sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins. *C. R.* 153 p. 383—386 (1911).
- [85] B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. *Dissert. Tübingen* 1911; Tüb. bei Laupp. 69 pp. Buch. Leipzig. Hirzel.
- [86] E. Goldstein, Über Erzeugung von Kanalstrahlen in Kalium, Rubidium und Caesium. *Verhandl. D. Physik. Ges.* 13 p. 961—966 (1911).
- [87] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien bei Deuticke 1911 und 1912.
- [88] J. Stark und G. Wendt, Serienmission an festen Metallverbindungen durch Kanalstrahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 36 p. 669—689 (1912).
- [89] J. Stark und G. Wendt, Bandenmission fester Metallverbindungen durch Kanalstrahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 36 p. 690—695 (1912).

- [90] P. V. Bevan, Spectroscopic observations: Lithium and caesium. *Proc. Roy. Soc. A.* 86 p. 320—329 (1912).
- [91] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines... *Proc. Roy. Soc. A.* 87 p. 38—48 (1912).
- [92] R. Hase, Optische und photographische Untersuchungen homologer Bunsen-Flammenlinien. *Diss. Erlangen* 1912.
- [93] L. Dunoyer, Sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins. *Le Radium* 9 p. 209—218 (1912).
- [94] L. Dunoyer, Examen spectroscopique de la fluorescence et de l'absorption de la vapeur du rubidium et du mélange des vapeurs de rubidium et de césium. *Le Radium* 9 p. 218—221 (1912).
- [95] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. II. The p- and s-sequences and the atomic volume term. *Phil. Trans. A.* 212, p. 38—73 (1912).
- [96] H. Starke und J. Herweg, Magnetische Drehung und inverser Zeemaneffekt im Quecksilberdampf. *Physik. Zs.* 14 p. 1—5 (1913).
- [97] J. Scharbach, Über die Goldstein'sche Methode zur Darstellung der „Grundspektra“... *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 145—206 (1913).
- [98] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. III. *Proc. Roy. Soc. A.* 89 p. 125—127 (1913). *Phil. Trans. A.* 213 p. 323—420 (1913).
- [99] Chr. Fuchtbauer und W. Hofmann, Über Maximalintensität, Dämpfung und wahre Intensitätsverteilung von Absorptionslinien des Caesiums. *Physik. Zs.* 14 p. 1168—1172 (1913). *Verh. d. physik. Ges.* 15 p. 982—991 (1913); *Ann. d. Phys.* (4) 43 p. 96—134 (1914).
- [100] H. Theissen, Über den kontinuierlichen Grund in den Bunsenflammen-Spektren der Alkalimetalle. *Zs. f. wiss. Photogr.* 14 p. 125—136, 148—170 (1914).
- [101] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogen-spektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. *Wien. Ber.* 123 IIa p. 2289—2311 (1914).
- [102] H. Koenen, Sur les halos de lignes de séries des métaux alcalins. *Arch. de Gen.* (4) 37 p. 263—264 (1914).
- [103] W. M. Watts, On the principal series in the spectra of the alkali metals. *Phil. Mag.* (6) 29 p. 775—783 (1915).
- [104] J. Kramstyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. *Ann. d. Phys.* (4) 43 p. 375—409 (1915).
- [105] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. *Ann. d. Phys.* (4) 50 p. 713—728 (1916).
- [106] M. de Broglie, Sur la bande d'absorption K des éléments pour les rayons X... *C. R.* 163 p. 87—92 (1916).
- [107] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioakt.* 13 p. 296—341 (1916).
- [107a] G. Gouy, Sur le spectre continu, dépendant de la raie D. *Arch. de Gen.* (4) 42 p. 320—321 (1916).
- [108] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. *Phil. Mag.* (6) 32 p. 497—499 (1916).
- [109] F. C. Blake and W. Duane, The critical absorption of some of the chemical elements for high-frequency X-rays. *Physic. Rev.* (2) 10 p. 697—704 (1917).
- [110] A. M. Johansen, Eine neue Formel für Berechnung von Serien in Linienspektren. *Ark. Mat. Astron. Fysik. Svenska* 12, No. 6, 1917.
- [111] *A. G. G. Leonard and P. Whelan, Quantitative spectra of Lithium, Rubidium, Caesium and Gold. *Proc. Dublin Soc.* 15 p. 274—278 (1918).
- [112] W. F. Meggers, Wave-length measurements in spectra from 5600 to 9600 Å. *Sc. Pap. Bur. of Stand.* No. 312 (1918).
- [113] P. D. Foote, O. Rognley and F. L. Mohler, Ionization and resonance potentials... *Physic. Rev.* (2) 13 p. 59—70 (1919).
- [114] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* (2) 14 p. 516—521 (1919).

- [115] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. *Physik. Zs.* 20 p. 254—256 (1919).
- [116] P. D. Foote and W. F. Meggers, Atomic theory and low voltage arcs in caesium vapour. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 80—97 (1920); *Sc. Pap. Bur. of Stand.* No. 3936, p. 309 bis 326 (1920); *Phys. Rev.* (2) 15 p. 284—292 (1920).
- [117] A. Sommerfeld, Allgemeine spektroskopische Gesetze, insbesondere ein magnetooptischer Zerlegungssatz. *Ann. d. Phys.* (4) 63 p. 221—263 (1920).
- [118] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. für Phys.* 3 p. 262—284 (1920).
- [119] Meg Nad Saha, Elements in the sun. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 803—824 (1920).
- [120] Meg Nad Saha, Ionization in the solar chromosphere. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 472 bis 488 (1920).
- [121] G. Hertz, Über die Absorptionsgrenzen in der L-Serie. *Zs. f. Physik.* 3 p. 19 bis 25 (1920).
- [122] A. S. King, Recent observations of absorption spectra. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 385—396 (1921).
- [123] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 378—395 (1921).
- [124] Annual Report of the director of the Mount Wilson observatory, Year book No. 20 of the Carnegie Institution of Washington, 1921.
- [125] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. *Diss. Tübingen* 1921 (Manuskript).
- [126] K. W. Meissner, Die Bergmannserie von Caesium. *Ann. d. Phys.* (4) 65 p. 378 bis 392 (1921).
- [127] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenstrahlen. *Zs. für Phys.* 7 p. 341 bis 350 (1921).
- [128] L. Dunoyer, Un nouveau spectre du caesium. *C. R.* 173 p. 350—352 (1921).
- [129] Hans Bartels, Beiträge zur quantitativen Kenntnis des Caesiumspektrums. *Ann. d. Phys.* (4) 65 p. 143—166 (1921).
- [130] Chr. Fichtbauer und G. Joos, Über Intensität und Verbreiterung von Spektrallinien. *Physik. Zs.* 23 p. 73—80 (1922).
- [131] H. Greinacher, Über das Leuchten der Flammenionen im Luftfunken. *Phys. Zs.* 23 p. 65—69 (1922).
- [132] A. Hürnle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. *Jahrb. Radioact.* 18 p. 297—326 (1922).
- [133] W. M. Hicks, A treatise on the analysis of spectra. Cambridge 1922.
- [134] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. *Jahrb. Radioakt.* 18 p. 240—293 (1922).
- [135] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. *Naturwiss.* 10 p. 369—381 (1922).
- [136] A. Fowler, Report on series in line spectra. London 1922.
- [137] H. N. Russell, The theory of ionisation and the sun spot spectrum. *Astrophys. J.* 55 p. 119—144 (1922). *Mt. Wilson Contrib.* 225.
- [138] A. S. King, Ionization and absorption effects in the electric furnace. *Proc. Nat. Acad.* 8 p. 123—125 (1922).
- [139] A. S. King, Electric furnace experiments involving ionization phenomena. *Astrophys. J.* 55 p. 380—390 (1922). *Mt. Wilson Contrib.* 233.
- [140] A. Sommer, Funkenspektrum des Caesiums, Manuskript. Bonn 1922.
- [141] Paschen-Gütze, Seriengesetze. Berlin bei Springer 1922. (Zusatz bei Korrektur).

Es sei daran erinnert (vgl. Bd. V p. 377 f), daß neben den aus Linien bestehenden Bogen- und Funkenspektren des Caesiums ein sogenanntes kontinuierliches Spektrum bekannt ist, für das Beziehungen zu den Linien der Nebenserien vermutet werden. Es sind Andeutungen eines Bandenspektrums angegeben, von dem jedoch bisher nichts Näheres bekannt ist. Während schon

die Vergleiche der früheren Messungen von Lockyer, Exner u. Haschek und Goldstein im Funkenspektrum und in der Entladungsröhre gezeigt hatten, daß zwischen dem Funkenspektrum und dem Bogenspektrum sehr wesentliche Unterschiede bestehen, haben neuere Versuche ergeben, daß sich unter geeigneten Bedingungen die beiden Spektren fast vollständig trennen lassen. Es unterliegt kaum einem Zweifel, daß es sich hier um die gleiche Erscheinung handelt, wie bei anderen Alkalien und anderen Elementen, bei denen Spektren positiv geladener Atome nachgewiesen sind und bei denen die Funkenspektren dem Verschiebungssatze folgen. Dieser Schluß ist freilich erst nach verschiedenen Umwegen gezogen worden. Zunächst glaubte Goldstein [74] bei Entladungen durch Salze in Vakuumröhren wie auch bei oszillierenden Entladungen durch Metalldämpfe ein völlig neues Spektrum zu finden, das er „Grundspektrum“ nannte. In [74] beschreibt Goldstein ausführlich die Herstellung solcher Röhren und die Emissionsverteilung in denselben unter wechselnden Entladungsbedingungen. Auch sind einige Wellenlängen von dabei auftretenden Linien angegeben. Indes zeigten Scharbach [97] und später Nelthorpe¹⁾, daß es sich nicht um ein völlig neues Spektrum, sondern um ein je nach den Umständen wechselndes Gemisch des Funken- und des Bogenspektrums handelt, zu dem Spektren der Halogene und der Luft hinzutreten, wenn man Salze im Vakuum benutzt. Einen wesentlichen Fortschritt bedeuten die Versuche von Gehlhoff [75, 76]. Dieser untersucht die Glimmentladung in den Dämpfen reiner Alkalien, insbesondere auch die Führung und Emissionsverteilung der Schichten. Bei Caesium sieht er in der pos. Säule die Haupt- und Nebenserien, in dem Anodenlicht hauptsächlich die Nebenserien, im neg. Glimmlicht Nebenserien und Funkenspektren, bei dichterem Dampf über 195° auch ein kontinuierliches Band zwischen λ 650 und λ 700. Eine schöne Methode wird von Gehlhoff in [88] beschrieben. Man bringt reines Metall in eine mit Helium von einigen mm Druck gefüllte Röhre. Auch andere Edelgase sind brauchbar. Bei erhöhter Temperatur erhält man neben dem Spektrum des Edelgases Gemische aus dem Bogen- und Funkenspektrum des Caesiums; bei Benutzung von Induktor, Kapazität und Funkenstrecke ein fast von Bogenlinien freies Funkenspektrum²⁾. Ähnliche Röhren haben später Meissner [126] und Sommer [140] mit Erfolg benutzen können. Der erstere findet so scharfe Linien, daß es ihm möglich ist, die Bergmannserie interferometrisch zu messen. Sommer [140] mißt das Funken- (Cs + ?) Spektrum. Eine etwas andere Methode benutzt Dunoyer [28], der in einem Quarzgefäß Caesium verdampft und durch eine wechselstromdurchflossene Kupferspirale zum Leuchten erregt. In den beiden letzten Fällen entstehen fast reine Funkenspektren. Jedenfalls sind die Bogenlinien äußerst schwach. Da es ferner möglich ist, die Serienlinien wenigstens zum großen Teil in Absorption ohne alle Funkenlinien zu erhalten,

1) E. H. Nelthorpe, Observation of the Grundspectra of alkali and alkaline earth metals. *Astrophys. J.* 41 p. 16–27 (1915). Kein Caesium.

2) Auch Fredenhagen [58] hatte dies schon bemerkt.

so empfiehlt sich eine getrennte Behandlung der beiden Spektren. In einer ersten Tabelle sind die neueren Messungen des Bogenspektrums zusammengestellt, unter Hinzunahme einiger älterer Messungen von Saunders [43] die auf I. A. umgerechnet und übernommen sind, weil Saunders seinerzeit zahlreiche neue Serienlinien gefunden hat. Ferner sind einige Flammenlinien von Ramage [37] übernommen, soweit sie den Serien angehören. Neben den Bogen- und Flammenspektren sind wegen der Analogie mit den anderen Tabellen die Hauptlinien des Funkenspektrums nach Exner und Haschek [87] angeführt, ebenfalls umgerechnet. Die Erweiterung unserer Kenntnis des Cäsiumspektrums geht nach beiden Enden des Spektrums, besonders aber nach dem langwelligen Bezirk, in dem die meisten Serien verlaufen. Hier ist der Fortschritt vor allem den meisterhaften Untersuchungen von Paschen [70] und seiner Schüler Randall [71] und Meissner [105, 126] zu verdanken. Die Messungen Paschens im Ultrarot beginnen bereits bei 7.5μ . Sie sind, obwohl auf das Rowland'sche System bezogen, unkorrigiert in der Tabelle angeführt, weil die Umrechnung bei langen Wellen unsicher und außerdem die Genauigkeit bei Anwendung von Thermosäule oder Bolometer doch nicht so groß ist. Die Messungen von Meissner [105] sind zunächst mit Luft- oder Vakuumbogen und Gitter gemacht, auf I. A. bezogen, und liefern besonders Linien der Bergmannserie. Später hat dann Meissner [126] interferometrisch bei Glimentladung in Cs-Dampf gemessen und direkt auf die Cd-Normale bezogen. Auch diese Messungen betreffen hauptsächlich Linien der Bergmannserie. Weitere Messungen im langwelligen Teil liegen vor von Meggers [112], Eder und Valenta [78], von Eder allein [101] und von Exner und Haschek [87]. In ihrem Atlas geben Eder u. Valenta [78] auch schöne Aufnahmen des Flammen-, Bogen- und Funkenspektrums. Nach der Seite der kürzeren Wellen fehlen neuere Messungen, mit Ausnahme für die Linien der Hauptserie. Hier hatten Kayser und Runge [21] im Bogen nur die vier ersten Glieder, Ramage [37] in der Flamme fünf weitere gefunden. Im Bogen scheinen sich Emission und Absorption das Gleichgewicht zu halten, so daß man die Linien nur spurenweise als umgekehrte Linien, etwas heller als der starke kontinuierliche Grund, sieht. Wie bei den anderen Alkalien führt hier die Untersuchung des Absorptionsspektrums zum Ziel. Bevan [81] erhitzt in einem Stahlrohr CsCl zusammen mit Na und K. Es entsteht ein Dissoziationsgleichgewicht; Cs-Metall Dampf wird frei, und das Absorptionsspektrum tritt auf, von dem weiterhin noch in anderem Zusammenhang die Rede sein soll. Bevan [81] gelangt zunächst bis zum einundzwanzigsten Glied der Hauptserie, in einer späteren Untersuchung [90] sogar bis zum vierundzwanzigsten. Neben den Hauptserienlinien, die zugleich anomale Dispersion aufweisen, finden sich keine anderen Linien (dies dürfte wohl nicht zutreffen), dagegen eine Bandenabsorption in der Gegend λ 8800, die Bevan weder in reinem Cs-Dampfe noch in reinem Na-Dampfe finden kann. In der Tabelle sind die Zahlen der zweiten Messung angeführt.

Angeschlossen an die erste Tabelle ist ein Verzeichnis der Messungen im Röntgengebiet, von dem noch weiter unten die Rede ist. Dasselbe gilt von den Serienbezeichnungen in der Tabelle I.

In der Tabelle II sind Messungen des Funkenspektrums des Caesiums zusammengestellt nach noch nicht publizierten Beobachtungen von Sommer [140], ferner nach den Messungen von Dunoyer [128]. Hinzugenommen sind die Zahlen von Exner und Haschek [87] auf I. A. korrigiert, obwohl sie bereits zum Teil in Tabelle I enthalten sind. Der Vergleich zeigt, daß es sich bei den Messungen, die Sommer an der Glühmentladung in einem Gemisch von Caesiumdampf mit Helium, Dunoyer [128] an der elektrodenlosen Entladung, Exner u. Haschek [87] am gewöhnlichen Funken gemacht haben, im Grunde um das nämliche Spektrum handelt, nur ist die Schärfe und relative Intensität der meisten Linien im Luftfunken gering gegenüber den Entladungen bei vermindertem Drucke. Außerdem sind Linien des Bogenspektrums in wechselnder Stärke beigelegt. Einige solche Linien, die besonders auch der Bergmannserie angehören, sind in der Tabelle bezeichnet. Ferner erweist der Vergleich, daß die Linien des Goldsteinschen Grundspektrums ebenso wie die enhanced lines Lockyers sich unter den Zahlen der Tabelle wiederfinden. Die Messungen Sommers [140] sind mit einem großen Rowlandgitter gemacht und in den Hunderten sicher, aus dreistelligen Werten abgekürzt. Sehr ungenau sind, jedenfalls im Bereiche der längeren Wellen, die Messungen von Dunoyer [128], die mit einem Spektrographen Féry ausgeführt sind, so daß die Identifizierung der Linien auf Schwierigkeiten stößt. Wie Sommerfeld u. a. in [117] entwickelt¹⁾, ist zu erwarten, daß das Funkenspektrum des Cs den gleichen Bau besitzt, wie das Spektrum des Xenon. Es sind Anzeichen vorhanden, daß dies in der Tat zutrifft; das Spektrum der Tabelle II besitzt also ein besonderes Interesse.

Es seien nun zunächst einige Untersuchungen angeschlossen, die sich auf das Verhalten einzelner Linien der beiden Spektra der ersten Tabellen beziehen. Man vergl. hierzu auch die Angaben in Bd. V.

King [68] findet im elektrischen Ofen nur die beiden stärksten Serienlinien 4593 und 4555. Goldstein [86] untersucht Kanalstrahlen in Cs-Dampf und findet Bogenlinien neben Funkenlinien. Stark und Wendt [88, 89] lassen Kanalstrahlen auf Cs Cl fallen. Das auftretende Licht zeigt drei Serienlinien, allein nur, wenn die getroffene Substanz durchsichtig ist und der Kathodenfall über 4500 V liegt. Steigt die Geschwindigkeit über 500 V, so soll das auftretende Licht blau mit Banden sein. Für die Hypothesen, die die Verfasser bei dieser Gelegenheit aufstellen, vergleiche man die Arbeit selbst.

Die zeitliche und räumliche Entwicklung einiger Serienlinien wird von Kramstyk [104], Ramsauer u. Wolf [123] und Hörnle [132] untersucht, ohne zu wesentlich neuen Ergebnissen zu führen. Kramstyk untersucht monochromatische Bilder des Bogens und findet die Bilder der Linien der ersten Nebenserie kleiner als die Bilder der Hauptserie, das Bild der Linie 5501 von

1) Siehe auch A. Kossel u. A. Sommerfeld, Verh. d. phys. Ges. 21 p. 240—259 (1919).

gleicher Größe wie die Bilder der ersten Nebenserie. Er deutet dies in der bekannten Weise Lenards. Hörnle [132] stellt die Heidelberger Beobachtungen an Cs mit anderen zusammen und deutet sie ebenfalls im Sinne Lenards¹⁾. Raimauer u. Wolf [123] löschen einen Cs-Bogen durch Kurzschluß und bestimmen mittels einer stroboskopischen Anordnung die Zeit, nach der das Bogenbild der betreffenden Linie noch sichtbar ist. Die Deutung der Beobachtungen stößt auf mancherlei Schwierigkeiten. Immerhin glauben die Verfasser sicher schließen zu können, daß die Hauptserienlinien länger nachleuchten als die Linien der ersten Nebenserie. Bei den Hauptserienlinien nimmt ferner die Dauer des Nachleuchtens mit der steigenden Ordnungszahl der Serienlinien ab. — Die Beobachtungen von Greinacher [131] gehören in diesen Zusammenhang. Ähnlich wie bei früheren Versuchen von Lockyer läßt Greinacher einen Funken durch eine mit Cs-Salz gespreite Flamme schlagen. Die Elektroden, Platindrähte, befinden sich außerhalb der Flamme. Beim Durchgang von Funken werden außerhalb der Flamme Linien des Cs beobachtet, und zwar vorzugsweise die roten und ultraroten Glieder der Hauptserie. Diese Emission erstreckt sich auch außerhalb der eigentlichen Funkenbahn und wird auf das Austreten von Alkali-Ionen aus der Flamme zurückgeführt.

Hartley und Moss [91] geben an, daß die Linien 4593 und 4555 die Restlinien für die Flamme seien, und daß 0.01 mgr zu ihrem Nachweis genügen. [111] ist uns nicht zugänglich. Hanc [92] mißt die Intensität eines Linienpaares in Flammen.

Eine Reihe von Beobachtungen liegen ferner für das Absorptionsspektrum des Cs-Dampfes vor, das sich, ebenso wie das Absorptionsspektrum der anderen Alkalimetalle besonders zu genauer Untersuchung eignet. Der Untersuchungen Bevans [81, 90] wurde bereits gedacht. Dass sich an den Absorptionslinien der Flamme die anomale Drehung der Polarisationssebene im Magnetfelde findet, die nach dem Nachweis der Dispersion zu erwarten ist, zeigen Starke und Herweg [96]. Die ebenfalls hierhin gehörende Untersuchung des normalen Zeemaneffektes scheint immer noch zu fehlen.

Füchtbauer u. Hofmann [99] photometrieren die Intensitätsverteilung in den Paaren der Hauptserie. Die Theorie der Absorption führt zum Schlusse, daß für die Linien 4555 u. 4593, das zweite Glied der Hauptserie, das Verhältnis der Zahl der Dispersionselektronen 1:3 ist. Für das zweite Glied, 3877 und 3889 wird das gleiche Verhältnis zu 1:4 geschätzt. Da für das erste Glied des Na von mehreren Seiten auf dem gleichen Wege 1:2 gefunden worden war, so wird in der genannten Zahlenreihe ein allgemeines Gesetz vermutet. Die Träger der Hauptserie sollen neutrale Atome sein, in Übereinstimmung mit dem Ergebnis aller neueren Untersuchungen. Bartels [129] knüpft an Füchtbauer u. Hofmann an und untersucht in der gleichen Weise.

1) Auf die unzulängliche Kritik anderweitiger Untersuchungen von Kayser, Öllers, Oldenberg, mit der Hörnle auskommen glaubt, soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, da von Hörnle nichts Neues vorgebracht wird.

das Paar 3612 u. 3617 unter Überwindung vieler Schwierigkeiten. Er findet das Gesetz bestätigt, daß für $n \times m$, also die Absorptionsindizes an den Stellen maximaler Absorption, das Verhältnis der kurzwelligen zur langwelligen Linie gleich $m:1$ ist, wenn m die Ordnungszahl des Termes bedeutet. Endlich prüfen Fuchtbauer u. Joos [180] nach neueren Messungen der Dispersion des Cs-Dampfes durch Roschdestwensky¹⁾ erneut die Absorption der Caesiumlinien und kommen zum Schluß, daß unter Benutzung der von Roschdestwensky für das erste Paar der Cs-Hauptserie nachgewiesenen Verhältniszahl 2:1 sich die Zahl der Dispersionselektronen für das erste Paar der Cs-Hauptserie gleich der Zahl der Atome ergibt, und zwar unter Zugrundelegung der klassischen Dispersionstheorie. Daß bei genügend hoher Temperatur und dem sorgfältigen Ausschluß von Sauerstoff auch die Nebenserienlinien des Cs in Absorption auftreten, zeigt A. S. King [122, 138, 139]. Die Linien sind unter diesen Umständen scharf und symmetrisch. Wenn man einen Kohlepflock als schwarzen Strahler in den Ofen bringt und die Absorption gegen diese Emission beobachtet, so werden zwischen λ 5400 und λ 7000 fast alle Bogenlinien mit Ausnahme der schwächsten in Absorption sichtbar, sobald die Temperatur des Hintergrundes auf 2600° steigt, wobei die Temperatur des Dampfes um 400° niedriger sein kann. Es erscheinen die folgenden Linien der ersten Nebenserie in Absorption: 5466, 5503, 5635, 5664, 5845, 6011, 6213, 6724, 6974, von Linien der zweiten Nebenserie (nach Saunders) 5746, 5839, 6034, 6355, 6587. Auch die drei von Saunders als Satelliten aufgefaßten Linien 5847.8, 6217.6, 6983.8 sind in Absorption sichtbar. An der Stelle der stark nach Rot unscharfen Linien der zweiten Nebenserie erscheinen in Absorption enge Doppellinien. Das Verfahren verspricht eine exakte Messung der Serien des Caesiumspektrums zu liefern. Das Verhalten der Linienserien und den Einfluß des Caesiumdampfes in Gemischen mit anderen Elementen deutet King im Sinne der Theorie des thermischen Ionisationsgleichgewichts von Meg Nad Saha [119, 120], wie sie von Russel [137] auf Gemische von Elementen ausgedehnt wird. Insbesondere wird das Fehlen gewisser Linien der Alkalien im gewöhnlichen Sonnenspektrum und ihr Auftreten in den Flecken erklärt. Auf die Berechnungen für einige Linien des Caesiums, die man bei Russel findet, soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden. Man vergleiche auch den Bericht des Mt. Wilson-Observatoriums [194]. Daß mit der Absorption des Cs-Dampfes ein Fluoreszenzspektrum verbunden ist, zeigt Dunoyer [84]. Doch findet er die Fluoreszenz so schwach, daß sie sich nicht spektroskopisch untersuchen ließ.

In Bd. V ist bereits über das kontinuierliche Spektrum des Caesiums berichtet worden, das seit Kirchhoff und Bunsen häufig beobachtet und beschrieben worden ist. Dort ist auch (p. 390) der „Hofbildung“ gedacht worden, die nach Gouy, Lenard und Leder die Linienpaare der Alkalien begleiten und in Zusammenhang mit dem kontinuierlichen Spektrum stehen soll. Wie Theissen [100] und Konen [102] finden, besitzen diese von der Verbreiterung zu

1) Nicht zugänglich.

unterscheidenden „Hüfe“ keine reale Bedeutung; sie sind wohl auf die Zerstreuung des Lichtes an den Linsen und Prismen zurückzuführen, ein Schluß, den freilich (Jouy [107a] nicht gelten lassen will. Theissen [100] der mit Plangitter arbeitet, findet zwischen $\lambda 360$ und $\lambda 900$ keine Spur einer Auflösung des Grundes in Linien.

Im Gebiete der Röntgenstrahlen hat zuerst de Broglie [106] die K-Absorptionskante gemessen. Dann haben Siegbahn und Stenström [107] die K-Reihe, Friman [108] die L-Reihe gemessen, Siegbahn und Jönsson [115] die Absorption neu bestimmt. Diese Messungen sind bis in die neueste Zeit schrittweise verbessert worden durch Siegbahn [134] und seine Mitarbeiter, insbesondere Hjalmar [118, 127], für die Absorption durch Blake und Duane [109], Duane und Kang-Fuh-Hu [114] und G. Hertz [121]. In der Tabelle p. 322 sind diese Zahlen zusammengestellt, die neuesten an erster Stelle. Die Bezeichnung ist die Siegbahnsche, in der letzten Spalte ist die Wentzel-sche Systematik beigelegt [135]. Die Wellenlängen der Absorptionskanten sind in der folgenden kleinen Tabelle zusammengestellt:

K-Reihe. (X-E.)		
de Broglie	Siegbahn u. Jönsson	Duane u. Kang
340	343.6	341.4
L-Reihe. (X-E, Hertz).		
L_1	L_2	L_3
2459	2299	2157

Die Absorptionskanten zeigen noch eine Feinstruktur.

Im Zusammenhang mit den Röntgenspektren seien sogleich die Messungen der Ionisations- und Erregungsspannungen durch Foote, Rognley und Mohler [118] sowie Foote und Meggers [116] angeführt. Der Linie 8521 entspricht das Erregungspotential 1.48 V, die Ionisationsspannung ist 3.38 V. Das Intensitätsverhältnis der beiden Komponenten des ersten Paares der Hauptserie, nämlich 8521/8948, bleibt zwischen 1.5 und 120 V konstant gleich 1.5. Bei abnehmender Spannung bleibt nur dieses erste Paar übrig. Seine Intensität ist proportional der Zahl der erregenden Elektronen bis das Ionisationspotential erreicht ist. Von diesem Punkte ab tritt das vollständige Spektrum auf und die relative Intensität des ersten Paares nimmt ab. Für weitere Einzelheiten sehe man die Arbeit von Foote und Meggers¹⁾.

Das Bogen- bzw. Flammenspektrum des Cæsiums ist wie dasjenige der anderen Alkalien ein ausgesprochenes Serienspektrum mit dem typischen Aufbau aus den vier Grundserien mit Kombinationen, durch die fast alle Linien aufgenommen werden. Es handelt sich um ein Paarsystem, von dem zuerst Kayser und Runge die Hauptserie und die erste Nebenserie aufgefunden haben. Rydberg berechnete diese Serien und versuchte auch die zweite

¹⁾ Man vgl. auch das Buch von W. Gerlach, Die experimentellen Grundlagen der Quantentheorie. Braunschweig 1921.

Nebenserie voranzuberechnen. Dann ist die Kenntnis des Caesiumspektrums schrittweise gewachsen. Ein Teil der Entwicklung ist bereits in Bd. V geschildert (siehe p. 385 Anm. 3). Nachdem durch die ultraroten Messungen Paschens und seiner Mitarbeiter sowie durch die Auffindung der Bergmannserie die Kenntnis des Cs-Spektrums erweitert war, sind die Serien häufig neu berechnet worden. Paschen [70] ordnet zuerst das Cs-Spektrum in die vier Grundserien und berechnet eine Reihe von Kombinationslinien, die Randall [71] vermehrt. Bevan [81, 90] und Birge [72] berechnen neue Formeln für die Hauptserie, ebenso wie Hicks [77], der unter Benutzung seiner Formel unter kritischer Heranziehung sämtlicher damals verfügbarer Daten neue Serienkonstanten berechnet. Es sei gleich hinzugefügt, daß Hicks später auch den von ihm angenommenen Einfluß des Atomvolumens auf die Konstanten der von ihm berechneten Serien untersucht hat [95], ebenso den Einfluß des Atomgewichtes in [98]. Mogendorff [79] glaubt Summations- und Differenzschwingungen nachweisen zu können. Dann hat Dunz in seiner bekannten Dissertation [86] aus der Grenze der Hauptserie das Ritz-Paschensche Schema der damals bekannten Cs-Linien berechnet und die Kombinationslinien gesammelt. Watts [103] berechnet wiederum unter Benutzung der Hicksschen Formel die Hauptserie auf Grund der Messungen von Bevan, ebenso Johansen [110] für die von ihm aufgestellte Serienformel. In jüngster Zeit sind dann mehrere zusammenfassende Bearbeitungen erschienen, in denen jedoch die letzten Untersuchungen von Meissner [126] über die Bergmannserie des Cs noch nicht mit berücksichtigt sind. So gibt Frommel [125] eine Zusammenstellung wie Dunz, mit den gleichen Grenzen. Hicks gibt in seinem Buche [133] eine völlige Neuberechnung sämtlicher Serienlinien und neben Kombinations-(Differenz)linien auch Summationslinien. Fowler [136] benutzt in seinem Buche den Grenzwert für die Hauptserie nach Bevan und berechnet danach die Serien analog zu Dunz. Endlich berechnet Meissner [126] unter Benutzung der Sommerfeldschen Erweiterung der Ritzschen Formel die Grenzen der Bergmannserie. Hierbei ergibt sich eine besondere Eigentümlichkeit der in der Nähe der Glieder der Bergmannserie auftretenden Satelliten, die Meissner als Kombinationen deutet, die in die bisherigen Beobachtungen an Paarsystemen nicht passen. Für die Einzelheiten muß auf die Arbeit von Meissner selbst verwiesen werden. Da einerseits ein großer Teil der Serienlinien des Cs bisher noch wenig genau gemessen ist (Messungen am Vakuumbogen oder am Absorptionsspektrum dürften hier zum Ziel führen), außerdem aber je nach der zugrunde gelegten Spektralformel die Ausgangsgrenzen verschieden ausfallen, so fehlt es bisher an einer einheitlichen und das neueste Material benutzenden Termberechnung. Aus diesem Grunde weichen die von den verschiedenen Autoren gegebenen Zahlen beträchtlich voneinander ab. Die in der Tabelle p. 322 abgedruckten Zahlen sind diejenigen von Fowler [136], die freilich die Bergmannserie nur unvollkommen wiedergeben. Die Bezeichnung schließt sich der Bezeichnung bei anderen Elementen an. [141] erschien während der Korrektur.

		Paschen Bogen		Randall Bogen		Meissner Bogen		Meggers Bogen	
		[70]		71		[105]		[112]	
	7.425 μ	—	10						
3.5 \mathcal{C} -4 \mathcal{P}_2	7.198 μ	—	13						
	7.111 μ	?	10						
	6.981 μ	—	15						
3.5 \mathcal{C} -4 \mathcal{P}_1	6.807 μ	—	15						
3 \mathcal{P}_1 -3.5 \mathcal{C}	42202	8	4						
3 \mathcal{P}_2 -3.5 \mathcal{C}	39180	1	10						
2 \mathcal{P}_1 -3 \mathcal{D}_2	36127	7	20						
2 \mathcal{P}_1 -3 \mathcal{D}_1	34892	5	70						
2.5 \mathcal{C} -3 \mathcal{P}_2	30962	9	40						
2 \mathcal{P}_2 -3 \mathcal{D}_2	30099	9	60	108.8	6				
2.5 \mathcal{C} -3 \mathcal{P}_1	29318	8	80	317.4	6				
2 \mathcal{P}_1 -2.5 \mathcal{C}	14694	8		696.4	100				
3 \mathcal{D}_1 -4 \mathcal{P}_2	13605	8		—					
2 \mathcal{P}_2 -2.5 \mathcal{C}	13587	7		590.7	80				
3 \mathcal{D}_1 -4 \mathcal{P}_1	10128	7		124.0	200				
3 \mathcal{D}_2 -4 \mathcal{P}_2	10027	0		025.5	200				
2 \mathcal{P}_1 -4 \mathcal{D}_2	9208	8		209.7	170	8.68	2	8.40	1u
2 \mathcal{P}_1 -4 \mathcal{D}_1	9172	5		178.5	40	2.28	8	2.28	2u
1.5 \mathcal{C} -2 \mathcal{P}_2	8948	6		945.0	40	3.68	6R	3.48	8R
2 \mathcal{P}_2 -4 \mathcal{D}_2	8761	5		762.1	20	1.80	4	1.35	5u
1.5 \mathcal{C} -2 \mathcal{P}_1	8521	2		522.4	30	1.18	10R	1.12	10R
3 \mathcal{D}_1 -5 \mathcal{P}_1	8080	—		080.9	10	9.46	8r	9.8	10r
3 \mathcal{D}_1 -5 \mathcal{P}_2	79	—		—		—		9.1	10r
	58	—		—		3.35	2v	—	
	18	—		018.9	20	6.28	8r	6.9	5r
3 \mathcal{D}_2 -5 \mathcal{P}_2	16	—		—		—		6.2	
	7990	—		—		0.68	2v	—	
2 \mathcal{P}_1 -3.5 \mathcal{C}	48	—		—		3.90	10	4.11	6u
	7800	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -3.5 \mathcal{C}	7808	—		—		3.98	10	9.18	5r
	7847	8		—		—		—	
3 \mathcal{D}_1 -6 \mathcal{P}_1	7280	—		—		0.80	6r	9.7	r
3 \mathcal{D}_1 -6 \mathcal{P}_2	79	—		—		—		—	
	70	—		—		0.70	4v	—	
	64	—		264.85		—		—	
3 \mathcal{D}_2 -6 \mathcal{P}_1	29	—		—		9.28	6r	8.5	r
	19	—		—		9.70	4v	—	
2 \mathcal{P}_1 -5 \mathcal{D}_2	6983	—		—		3.87	6	3.37	5u
2 \mathcal{P}_1 -5 \mathcal{D}_1	78	—		—		3.11	6	3.17	10u
3 \mathcal{D}_1 -7 \mathcal{P}_1	6971	—		—		1.10	4u	—	
3 \mathcal{D}_1 -7 \mathcal{P}_2	70	—		—		—		—	
3 \mathcal{D}_2 -7 \mathcal{P}_2	25	—		—		5.11	4u	—	
2 \mathcal{P}_2 -3 \mathcal{D}_2	6728	—		—		—		3.18	10u
3 \mathcal{D}_1 -8 \mathcal{P}_1	6680	—		—		—		—	
3 \mathcal{D}_2 -8 \mathcal{P}_2	6587	—		—		—		6.94	5r
2 \mathcal{P}_1 -1.5 \mathcal{C}	88	—		—		—		—	
3 \mathcal{D}_1 -9 \mathcal{P}_1	6472	—		—		—		—	

1) Diese Linie führt Eder bei Rb.

Saunders Bogen [48]	Eder Bogen [101]	Meissner Vakuum [126]	Eder u. Valenta Bogen [69]	Exner u. Haschek Bogen [86]	Sommer Vakuum [140]	
						C
						C C INC
						INC IN C IIN C IIN B B IN IN H IN H B
		79.021 10				
		78.923 2				
		—				
06.8		15.710 10				B
—		—				
44.4	41.1 1u	48.878 10				IIN
—	00.11 2u	—				
09.4	09.28 2r	08.895 10				IIN
—	—	—				
80.2	—	79.949 10			80.00 0	B
—	—	79.895 2			—	
—	—	—			—	
—	—	—			—	
28.5	—	28.526 10			28.59 0	B
—	—	—			—	
88.6	88.89 8u	88.488 5	88.8 8 U		88.47 1	IN
72.9	78.85 20R	78.291 10	78.85 10R	74.2 5R	78.81 8	IN
72.4	—	70.450 9	78. 1 U	—	70.46 1	B
—	—	70.419 1	—	—	—	
26.7	—	24.646 9	27. 1 U	—	24.86	B
28.5	28.28 20R	28.279 10	28.29 10R	28.4 50R	28.27 8	IN
80.8	—	28.654 6	21. 2u	—	—	
87.8	87.11 5r	87.019 6	86.22 5r	87.1 8r	—	IN
87.1	—	86.506 10	—	—	86.54 1	IIN
75.	—	72.617 4	72.	—	—	B

		Meggers Bogen		Saunders Bogen		Meissner Vakuum		Eder u. Valenta Bogen	
		[112]		[43]		[126]		[69]	
	6461	—		—		—		1.	
3 \mathcal{D}_2 -9 \mathcal{P}_2	81	—		84.		1.966	4	3.	
3 \mathcal{D}_1 -10 \mathcal{P}_1	6365	—		59.		5.518	2	—	
2 \mathcal{P}_2 -4.5 \mathcal{C}	54	98	4 u	55.1		4.552	8	—	
	35	—		—		—		5.4	4 r
3 \mathcal{D}_2 -10 \mathcal{P}_2	28	—		25.		6.204	2	—	
3 \mathcal{D}_1 -11 \mathcal{P}_1	6288	—		—		8.54	1	—	
3 \mathcal{D}_2 -11 \mathcal{P}_2	50	—		—		0.20	1	—	
3 \mathcal{D}_1 -12 \mathcal{P}_1	31	—		—		1.19	0	—	
2 \mathcal{P}_1 -6 \mathcal{D}_2	17	27	1 u	17.4		7.598	3	7.3	2 u
2 \mathcal{P}_1 -6 \mathcal{D}_1	12	87	8 u	12.9		3.086	8	2.8	10 U
	6162	—		—		—		2.41	1 u
	22	—		—		—		2.40	1 u
	08	—		—		—		3.28	2 U
2 \mathcal{P}_1 -5.5 \mathcal{C}	6034	—		34.6		4.089	6	4.9	2 U
2 \mathcal{P}_2 -6 \mathcal{D}_2	10	083	7 u	—		0.489	4	0.11	6 U
2 \mathcal{P}_1 -7 \mathcal{D}_2	5847	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_1 -7 \mathcal{D}_1	44	7	U	—		—		3.7	5 U
2 \mathcal{P}_2 -5.5 \mathcal{C}	89	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_1 -6.5 \mathcal{C}	5746	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -7 \mathcal{D}_2	5868	8	U	—		—		3.5	2 U
2 \mathcal{P}_1 -8 \mathcal{D}_1	35	24	—	—		—		—	
	5588	—		—		—		8.78	1 u
2 \mathcal{P}_1 -7.5 \mathcal{C}	74	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -6.5 \mathcal{C}	68	9	—	—		—		—	
2 \mathcal{P}_1 -9 \mathcal{D}_1	02	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_1 -8 \mathcal{D}_1	5465	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -8 \mathcal{D}_2	14	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -7.7 \mathcal{C}	07	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_1 -10 \mathcal{D}_1	04	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -11 \mathcal{D}_1	5350	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -9 \mathcal{D}_2	40	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_1 -12 \mathcal{D}_1	04	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -10 \mathcal{D}_2	5258	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -11 \mathcal{D}_2	5199	—		—		—		—	
2 \mathcal{P}_2 -12 \mathcal{D}_2	58	—		—		—		—	
	4608	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -3 \mathcal{P}_2	4593	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -3 \mathcal{P}_1	55	—		—		—		—	
	40	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -4 \mathcal{P}_2	3888	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -4 \mathcal{P}_1	78	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -5 \mathcal{P}_2	3617	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -5 \mathcal{P}_1	11	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -6 \mathcal{P}_2	3480	—		—		—		—	
1.5 \mathcal{C} -6 \mathcal{P}_1	76	—		—		—		—	
	09	—		—		—		—	

1) Nach Paschen [141].

2) Hier mit Paschen [70] 8409.7.

Exner u. Haschek Bogen	Sommer Vakuum	Exner u. Haschek Funke	Ramage Flamme	Bevan Absorption
[86]	[140]	[86]	[37]	[90]
—	—	—	—	B
—	—	—	—	B
55.1 2u	54.57 1	—	—	IIN
—	—	—	—	—
—	—	—	—	B
—	—	—	—	B
—	—	—	—	B
—	—	—	—	B
17.4 1u	17.59 0	—	—	IN
12.8 10	13.10 2	13.3 1u	—	IN
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
—	34.11 0	—	—	IIN
10.8 2	10.49 2	10.3 1u	—	IN
—	—	—	—	IN
45. 1u	—	—	—	IN
—	—	—	—	IIN
—	—	—	—	IIN
64.2 1u	63.99 1	—	—	IN
—	35.20 0	—	—	IN ¹⁾
—	—	—	—	—
—	—	—	—	IIN
—	—	—	—	IIN ¹⁾
—	—	—	02.9 3	IN
—	—	—	65.9 4	IN
—	—	—	14.2 1	IN
—	—	—	—	IN
—	—	—	—	IIN
—	—	—	—	IN
—	—	—	—	IN
—	—	—	40.96 3	IN
—	—	—	04. 1	IN
—	—	—	58.79 1	IN
—	—	—	—	IN
—	—	—	—	IN
—	03.76 10	03.81 15	—	—
98.21 50 R	98.18 8	98.22 8	—	H
55.82 200 R	55.86 4	55.81 8	—	H
—	—	40.0 1u	—	—
89.0 1u	88.87 2	—	88.60 2	88.65 H
78.4 1u	78.19 0	—	76.16 4	76.39 H
—	—	—	17.34 1	17.41 H
11.8 1u	—	—	11.55 2	11.52 H
—	—	—	—	80.18 H
—	—	—	77.10 1	76.88 H

	Exner u. Haschek Funke	Ramsey Flamme	Bevan Absorp- tion	Paschen Bogen	
	[98]	[87]	[90]	[70]	
1.5 \odot - 7 \mathfrak{P}_2	8400	—	—	00.00	H
1.5 \odot - 7 \mathfrak{P}_1	3898	—	98.26 1	98.14	H
1.5 \odot - 8 \mathfrak{P}_2	48	49.47 1	48.58 1	48.72	H
1.5 \odot - 8 \mathfrak{P}_1	47	—	—	47.44	H
1.5 \odot - 9 \mathfrak{P}_2	14	15.5 1	14.	14.04	H
1.5 \odot - 9 \mathfrak{P}_1	13	—	—	13.16	H
1.5 \odot - 10 \mathfrak{P}_2	3289	—	—	89.13	H
1.5 \odot - 10 \mathfrak{P}_1	88	—	88.56	88.56	H
1.5 \odot - 11 \mathfrak{P}_1	70	—	44	44	H
1.5 \odot - 12 \mathfrak{P}_1	56	—	68	68	H
1.5 \odot - 13 \mathfrak{P}_1	45	—	91	91	H
1.5 \odot - 14 \mathfrak{P}_1	37	—	47	47	H
1.5 \odot - 15 \mathfrak{P}_1	30	—	58	58	H
	28	—	—	—	8.7
1.5 \odot - 16 \mathfrak{P}_1	25	—	00	00	H
1.5 \odot - 17 \mathfrak{P}_1	20	—	28	28	H
1.5 \odot - 18 \mathfrak{P}_1	18	—	84	84	H
1.5 \odot - 19 \mathfrak{P}_1	12	—	91	91	H
1.5 \odot - 20 \mathfrak{P}_1	10	—	07	07	H
1.5 \odot - 21 \mathfrak{P}_1	07	—	67	67	H
1.5 \odot - 22 \mathfrak{P}_1	05	—	53	53	H
1.5 \odot - 23 \mathfrak{P}_1	03	—	69	69	H
1.5 \odot - 24 \mathfrak{P}_1	02	—	08	08	H
1.5 \odot - 25 \mathfrak{P}_1	00	—	60	60	H
1.5 \odot - 26 \mathfrak{P}_1	3199	—	84	84	H
1.5 \odot - 27 \mathfrak{P}_1	98	—	14	14	H
1.5 \odot - 28 \mathfrak{P}_1	97	—	17	17	H
1.5 \odot - 29 \mathfrak{P}_1	96	—	09	09	H
1.5 \odot - 30 \mathfrak{P}_1	95	—	81	81	H
1.5 \odot - 31 \mathfrak{P}_1	94	—	48	48	H
1.5 \odot - 32 \mathfrak{P}_1	93	—	88	88	H
	2551	—	—	—	1.5
	2868	—	—	—	8.8

Terme. Dublet-System.

Röntgengebiet. X-E.

	Hjalmar [127]	Friman [108]	Sieg- bahn	
L α_2	2895.80	2899		L ₁ -M ₂
α_1	86.10	91		L ₁ -M ₁
β_1	2877.84	2884		L ₂ -M ₂
β_4	80.53	68		L ₂ -M ₁
β_3	22.93	29		L ₂ -M ₂
β_2	2807	2814		
γ_1	2842.55	2850		L ₂ -N ₄
γ_2	2244	2384		
K α_2			402	
α_1			398	
β_1			352	

1015	1010	989	996	766
10 \mathfrak{P}_1	10 \mathfrak{P}_2	11 \mathfrak{P}_1	11 \mathfrak{P}_2	12 \mathfrak{P}_1
1231	1239	1208	1209	912
9 \mathfrak{P}_1	9 \mathfrak{P}_2	10 \mathfrak{P}_1	10 \mathfrak{P}_2	11 \mathfrak{P}_1
1539	1551	1505	1508	1104
8 \mathfrak{P}_1	8 \mathfrak{P}_2	9 \mathfrak{P}_1	9 \mathfrak{P}_2	10 \mathfrak{P}_1
1738	1738	1505	1508	1104
8 \mathfrak{P}_1	8 \mathfrak{P}_2	9 \mathfrak{P}_1	9 \mathfrak{P}_2	10 \mathfrak{P}_1
1985	2002	1932	1936	1962
7 \mathfrak{P}_1	7 \mathfrak{P}_2	8 \mathfrak{P}_1	8 \mathfrak{P}_2	9 \mathfrak{P}_1
2651	2678	2568	2576	2585
6 \mathfrak{P}_1	6 \mathfrak{P}_2	7 \mathfrak{P}_1	7 \mathfrak{P}_2	8 \mathfrak{P}_1
5615	5635	5585	5595	5605
4 \mathfrak{P}_1	4 \mathfrak{P}_2	5 \mathfrak{P}_1	5 \mathfrak{P}_2	6 \mathfrak{P}_1
7083	7083	7083	7083	7083
3336	3336	3336	3336	3336
5337	5337	5337	5337	5337
3075	3075	3075	3075	3075
11 \mathfrak{P}_1	11 \mathfrak{P}_2	12 \mathfrak{P}_1	12 \mathfrak{P}_2	13 \mathfrak{P}_1
836	836	836	836	836
18 \mathfrak{P}_1	18 \mathfrak{P}_2	19 \mathfrak{P}_1	19 \mathfrak{P}_2	20 \mathfrak{P}_1
169	169	169	169	169
103	103	103	103	103
außerdem:				
2 \mathfrak{P}_1	19672	2 \mathfrak{P}_1	2 \mathfrak{P}_1	2 \mathfrak{P}_1
2 \mathfrak{P}_2	20226	2 \mathfrak{P}_2	2 \mathfrak{P}_2	2 \mathfrak{P}_2
1.5 \odot	31405	1.5 \odot	1.5 \odot	1.5 \odot
3 \mathfrak{D}_1	16307	3 \mathfrak{D}_1	3 \mathfrak{D}_1	3 \mathfrak{D}_1
3 \mathfrak{D}_2	16305	3 \mathfrak{D}_2	3 \mathfrak{D}_2	3 \mathfrak{D}_2
4 \mathfrak{P}_1	6333	4 \mathfrak{P}_1	4 \mathfrak{P}_1	4 \mathfrak{P}_1
4 \mathfrak{P}_2	6335	4 \mathfrak{P}_2	4 \mathfrak{P}_2	4 \mathfrak{P}_2

Sommer	Exner u. Haschek		Sommer	Dunoyer	Exner u. Haschek
[140]	[86]		[140]	[128]	[86]
7280.00 0		1)	5958.07 0		—
48.95 0			50.18 1		—
28.59 0		1)	46.98 1		—
05.99 0			35.24 0		—
7188.32 0			25.65 5		26.0 1 2)
60.88 0			5895.88 0		—
49.55 2			89.97 1	89.2 3 Na?	—
30.53 1			86.56 1	—	—
21.18 0			67.82 0	—	—
7085.72 0			63.70 1	—	—
65.71 1			45.90 0	—	—
6983.47 1		1)	44.26 0	—	—
79.68 3			31.16 5	—	31.5 1
73.31 3		1)	14.18 3	10.5 3	—
55.52 4			5663.99 1	— 1)	—
6892.42 0			35.20 0	— 1)	—
70.46 1		1)	28.38 0	—	—
50.11 0			5592.86 0	—	—
24.86 0		1)	85.63 1	—	—
6724.48 3			79.08 0	—	—
23.27 3	23.3 1 1)		63.02 7	66.7 4	—
6646.56 3	—		55.63 0	—	—
27.77 0	—		07.17 2	—	—
24.40 0	—		5466.01 0	—	—
6586.54 1	—	1)	64.02 0	—	—
62.79 5	—		19.69 5	—	—
36.44 3	—		07.35 0	—	—
08.25 1	—		02.79 4	—	—
6495.53 3	—		5980.80 1	— 2)	—
56.35 1	—		70.98 6	75.9 4	—
53.51 0	—		58.42 0	—	—
19.54 2	—		54.08 0	—	—
05.23 0	—		49.31 2	53.5 4 2)	—
08.48 0	—		49.16 2	—	—
6354.57 1	—	1)	48.95 2	—	—
35.89 0	—		08.61 3	—	—
6243.00 1	—		5232.25 0	—	—
17.59 0	—	1)	74.04 4	73.7 2	—
13.10 2	13.3 1 1)		63.21 0	—	—
6151.39 0	—		49.37 6	50.0 4 2)	—
50.68 1	—		27.00 8	28.0 4 2)	—
28.62 4	—		09.73 2	11.5 2	—
6098.74 0	—		09.62 2	—	—
76.74 2	—		5169.41 1	—	—
34.11 0	—	1)	5096.60 4	—	—
10.49 2	10.3 1 1)		81.77 2	—	—
5934.39 2	—		80.10 1	—	—
77.14 1	—		59 87 3	61.0 1	—

1) Auch im Bogen oder Funken nachgewiesen; vergleiche Tabelle I.

2) Schon von Goldstein [52] bemerkt.

Sommer	Dunoyer	Exner u. Haschek	Sommer	Dunoyer	Exner u. Haschek
140	128	86	140	128	86
5052.70 3	—	—	4003.76 10	01.0 25	03.81 15 ^{2) 3)}
43.80 6	44.0 5	—	4503.66 0	97.3 2 ²⁾	93.22 3
42.11 0	—	—	93.18 3	92.0 1 ²⁾	— 3
41.83 1	—	—	92.85 0	—	—
35.71 1	—	—	91.92 0	—	—
35.06 0	—	—	79.22 1	—	—
12.98 1	—	—	72.61 2	—	— 2)
01.64 1	—	—	63.12 0	—	—
4981.65 1	—	—	55.36 4	55.4 2	55.81 8 3)
72.59 5	73.4 4 1)	—	50.87 0	—	—
54.57 0	—	—	38.94 6	39.4 12	40.0 1 2)
52.84 6	—	—	32.50 2	—	—
10.03 0	—	—	26.73 7	20.9 20	26.73 4 2)
4895.15 0	—	—	25.59 0	—	—
80.20 3	79.3 6	—	22.85 3	—	—
79.95 1	—	—	06.83 2	—	—
79.83 4	—	—	06.71 3	06.4 5	— 2)
70.02 6	69.2 12	— 2) 1)	02.56 0	—	—
64.08 0	—	—	01.53 7	01.5 15	01.63 2
63.57 0	—	—	4499.77 1	—	—
61.27 2	—	—	99.17 1	—	—
51.58 1	—	—	96.76 3	—	—
30.16 6	29.3 12	—	93.06 2	—	—
04.45 0	—	—	89.25 0	—	—
02.82 0	—	—	89.12 0	—	—
4795.64 0	—	—	77.52 0	—	—
86.86 3	87.6 6	—	69.98 1	—	—
63.62 5	63.7 12	—	69.09 0	—	—
32.98 4	32.3 5	—	57.68 3	—	—
23.12 0	—	—	50.79 1	—	—
16.97 0	—	—	47.65 2	—	—
4695.61 1	—	—	44.00 2	—	—
70.98 4	69.7 4	—	36.06 0	—	—
66.89 1	—	—	35.71 4	36.5 4	—
65.51 0	—	—	28.00 0	—	—
56.54 6	—	—	25.66 4	26.9 10	—
46.51 5	45.6 8	—	24.05 2	—	—
37.72 0	—	—	16.09 0	—	—
28.84 1	—	—	11.12 1	—	—
23.09 4	21.8 2	—	10.21 4	11.3 8	— 2)
20.59 1	—	—	05.25 7	05.6 10	06.8 1
16.28 3	—	—	03.85 4	—	— 2)
16.06 4	15.6 10	— 2) 2)	4399.50 4	00.8 1	—
12.18 1	—	—	97.99 2	—	—
10.51 2	—	—	96.91 3	—	—
09.47 1	08.9 2	—	88.76 2	—	—
05.18 0	—	—	86.57 0	—	—

1) Schon von Goldstein (52) bemerkt.

2) Schon von Lockyer (49) im Funken gemessen und als enhanced lines bezeichnet.

3) Auch im Bogen oder Funken nachgewiesen; vergleiche Tabelle I.

Sommer		Dunoyer		Exner u. Haschek	
[140]		[128]		[86]	
4384.43	5	85.5	5	—	
73.02	6	74.3	8	73.03	1 1)
63.69	0	—	—	—	
63.28	9	64.3	12	64.3	2
62.70	0	—	—	—	
56.58	0	—	—	—	
48.03	1	—	—	—	
40.44	2	—	—	—	
40.00	0	—	—	—	
39.12	1	—	—	—	
35.41	1	—	—	—	
30.24	4	31.0	1	—	
26.32	2	—	—	—	
23.61	0	—	—	—	
12.78	1	—	—	—	
11.20	0	—	—	—	
07.94	1	—	—	—	
06.48	1	—	—	—	
00.64	6	00.9	8	—	
4299.96	0	—	—	—	
99.88	0	—	—	—	
97.51	2	—	—	—	
96.07	1	—	—	—	
95.99	1	—	—	—	
94.92	1	—	—	—	
92.01	3	—	—	—	
88.94	0	—	—	—	
88.76	1	—	—	—	
88.35	7	89.0	15	1)	1)
87.80	0	—	—	—	
87.43	0	—	—	—	
84.23	0	—	—	—	
83.69	0	—	—	—	
82.80	2	—	—	—	
79.33	0	—	—	—	
77.53	0	—	—	—	
77.10	9	77.4	20	77.12	2 1)
76.56	0	—	—	—	
75.37	0	—	—	—	
73.13	0	—	—	—	
71.74	2	—	—	—	
65.26	0	—	—	—	
65.08	0	—	—	—	
64.68	10	65.2	20	65.5	5 1)
64.15	0	—	—	—	
41.97	2	—	—	—	
34.41	5	34.9	6	—	
32.19	6	—	—	—	
21.12	3	21.5	1	—	

Sommer		Dunoyer		Exner u. Haschek	
[140]		[128]		[86]	
4220.57	0	—	—	—	
19.52	0	—	—	—	
13.3	6	13.8	8	—	1)
12.79	0	—	—	—	
00.72	0	—	—	—	
4193.20	2	94.2	1	—	
87.58	1	—	—	—	
73.53	3	74.2	1	—	
63.24	3	64.2	1	—	
58.61	4	59.7	3	—	1)
51.98	1	—	—	—	
51.27	4	52.7	2	—	
32.00	2	—	—	—	
19.29	1	—	—	—	
08.23	0	—	—	—	
4081.52	3	82.4	8	—	1)
81.44	3	—	—	—	
68.77	6	68.8	10	—	
67.96	6	—	—	—	
53.96	3	54.4	1	—	
53.62	0	—	—	—	
47.18	4	47.5	2	—	
43.46	3	44.0	12	—	1)
43.38	3	—	—	440.8	5
40.21	0	—	—	—	
39.84	9	40.3	15	—	
39.32	0	—	—	—	
35.12	1	—	—	—	
28.63	0	—	—	—	
28.43	0	—	—	—	
25.67	2	—	—	—	
23.92	2	23.9	4	—	1)
23.54	2	—	—	—	
18.67	0	—	—	—	
15.06	1	—	—	—	
06.77	2	—	—	—	
06.54	6	06.6	20	16.5	1 1)
01.63	4	02.0	12	—	1)
3993.86	1	—	—	—	
73.00	5	73.2	5	—	
77.53	0	—	—	—	
74.24	6	74.2	8	—	1)
67.21	1	—	—	—	
65.19	6	64.9	10	—	1)
59.87	0	—	—	—	
59.50	5	59.8	8	59.62	1 1)
55.92	4	56.2	6	—	
38.26	1	—	—	—	
25.94	0	—	—	—	

1) Schon von Lockyer (49) im Funken gemessen und als enhanced lines bezeichnet.

Sommer		Dunoyer		Exner u. Haschek			Sommer		Dunoyer		Exner u. Haschek	
[140]		[128]		[86]			[140]		[128]		[86]	
3925.58	6	25.9	15	25.70	1	1)	3624.44	0	25.5	2	—	
10.31	0	—		—			22.09	2	23.8	2	—	
06.93	4	07.3	2	—			18.54	9	19.5	6	—	
04.81	3	05.4	2	—			18.16	3	—		—	
00.09	0	—		—			14.99	2	16.3	2?	—	
3897.34	0	—		—			10.86	0	—		—	
96.98	7	97.7	12	97.9	1	1	08.29	5	09.3	15	08.26	1
92.21	2	—		—			05.54	2	06.5	2	—	
88.87	2	89.4	4	—		2)	02.85	4	04.0	8	—	
88.67	1	84.2	3	—			01.95	0	00.0	3	—	
83.53	1	—		—			3508.03	3	—		—	
76.19	0	—		—		2	97.43	6	98.7	16	97.45	2
70.40	0	—		—			92.67	0	—		—	
70.16	2	—		—			92.45	0	—		—	
64.37	3	65.0	8	—		1)	69.39	0	—		—	
64.25	3	—		—			66.11	0	—		—	
61.49	3	62.5	2	61.5	2		65.11	4	66.1	8	—	
37.45	3	38.3	5	—			62.17	0	—		—	
36.73	0	—		—			59.80	5	60.7	12	59.8	1
23.61	1	—		—			41.56	1	42.3	1	—	
22.36	1	—		—			39.90	1	34.3	2	—	
19.53	3	20.1	2	—			32.88	0	32.2	1	—	
17.47	1	—		—			31.77	0	—		—	
05.10	6	05.4	10	05.9	1		18.31	1	19.0	1	—	
3799.98	0	—		—			14.02	2	14.8	1	—	
97.91	2	98.4	1	—			08.67	0	—		—	
85.42	5	85.8	10	—			8465.20	0	65.2	1	—	
64.79	0	—		—			63.53	3	63.4	5	—	
51.40	8	51.8	5	—			50.86	0	50.1	2	—	
34.34	4	34.8	10	—			18.11	0	18.0	2	—	
32.54	2	33.2	1	—			11.31	9	11.6	8	—	
29.98	2	30.8	2	—			00.63	2	00.7	0	—	
24.75	1	—		—			3397.19	1	97.6	2	—	
10.77	2	11.5	2	—			08.56	1	69.0	2	—	
3899.48	5	00.3	10	—			57.99	1	58.3	5	—	
82.46	0	—		—			49.45	4	50.1	8	49.47	1
80.45	2	81.0	8	—			—	49.3	4	—	—	
80.10	2	—		—			44.00	3	44.9	8	—	
66.25	0	—		—			—	43.9	3	—	—	
61.39	6	62.5	15	61.37	1		40.57	3	41.5	8	—	
58.75	1	57.3	3	—			—	40.4	3	—	—	
56.67	1	—		—			—	23.7	1	—	—	
55.42	0	—		—			15.50	2	16.5	8	15.6	1
51.07	3	52.3	8	—			—	15.6	3	—	—	
48.77	0	—		—			—	12.5	1	—	—	
41.33	4	42.6	10	—			—	04.8	3	—	—	
30.71	1	31.9	4	—			3299.88	0	00.9	8	—	
30.62	1	—		—			—	71.9	4	—	—	

- 1) Schon von Lockyer (49) im Funken gemessen und als enhanced lines bezeichnet.
 2) Auch im Bogen oder Funken nachgewiesen; vergleiche Tabelle I.

Sommer	Dunoyer	Exner u. Haschek	Dunoyer	Exner u. Haschek
[140]	[128]	[86]	[128]	[86]
3268.31 2	68.8 10	68.31 2	2924.9 1	—
	67.4 2	—	22.2 2	—
	66.4 2	—	21.4 4	—
	56.1 2	—	15.7 3	—
	51.4 1	—	14.8 3	—
	35.4 2	—	11.1 1	—
	28.6 1	—	2896.0 1	—
	15.2 2	—	95.5 1	—
	10.8 6	—	94.4 8	—
	3193.2 1	—	92.4 1	—
	79.3 3	—	87.1 10	—
	73.0 4	—	85.0 3	—
	72.3 1	—	81.7 3	—
	55.3 1	—	79.9 3	—
	54.4 3	—	77.4 2	—
	52.9 6	52.45 1	75.9 2	—
	51.6 2	—	72.9 2	—
	49.9 8	49.39 1	68.7 4	—
	49.2 2	—	66.8 1	—
	45.8 1	—	65.5 2	—
	42.0 1	—	62.8 1	—
	3097.9 2	—	61.2 1	—
	96.3 1	—	59.4 12	59.39 2
	92.7 1	—	54.6 2	—
	78.4 1	—	52.5 1	—
	67.0 15	66.7 1	51.2 7	—
	61.6 1	—	47.4 1	—
	60.4 1	—	46.4 1	—
	58.1 1	—	45.7 10	46.0 1
	55.1 3	—	44.6 1	—
	51.2 2	—	38.3 8	—
	32.8 2	—	35.3 1	—
	31.8 1	—	29.7 1	—
	30.6 2	—	29.1 1	—
	29.5 2	—	24.3 2	—
	28.4 2	—	23.1 3	—
	03.1 3	—	19.4 1	—
	01.6 4	—	18.0 1	—
	2999.7 3	—	17.1 5	16.94 1
	96.6 1	—	15.8 2	—
	95.6 3	—	10.8 6	10.89 1
	77.3 6	76.90 1	09.9 4	—
	71.2 2	—	2799.8 2	—
	69.7 3	—	94.6 2	—
	66.2 1	—	93.4 1	—
	65.5 3	—	92.3 3	—
	63.1 8	—	90.0 2	—
	42.7 1	—	89.1 1	—
	41.1 6	—	88.5 5	—
	38.5 8	—	87.2 3	—
	31.3 10	31.04 1	84.4 3	—

Dunoyer	Exner u. Haschek	Dunoyer	Exner u. Haschek	Dunoyer	Exner u. Haschek
[128]	[86]	[128]	[86]	[128]	[86]
2781.1	8	2651.3	3	2485.2	10
79.3	1	46.6	2	77.5	12
76.5	12	43.1	4	60.3	1
74.6	6	40.7	1	62.1	1
66.3	1	36.3	1	59.2	2
64.9	1	34.5	1	55.7	10
57.6	1	30.7	20	27.9	2
55.5	2	29.1	2	26.6	1
51.5	1	16.5	2	25.5	1
48.5	3	14.9	1	2400.2	1
40.8	2	10.4	3	2392.0	3
34.8	1	09.7	2	79.4	4
34.3	1	05.7	3	75.9	1
28.1	1	04.0	1	64.8	1
24.4	1	00.6	8	64.5	2
14.3	1	2597.2	12	51.9	1
07.1	10	91.4	1	40.7	4
01.6	10	73.2	8	32.8	3
00.7	8	71.5	1	26.5	1
2690.6	2	68.8	3	17.6	2
92.2	1	60.4	4	16.5	1
89.9	1	54.8	1	2299.7	1
87.0	2	51.2	2	93.2	1
82.4	2	44.0	10	89.0	1
81.5	2	38.7	1	88.8	1
79.3	3	33.5	5		
77.3	1	28.8	1		86.17
73.0	1	25.5	15		85.42
70.3	1	11.8	1		73.84
69.1	1	10.3	2	83.3	1
59.1	1	01.8	1	77.6	2
57.4	1	2496.6	1	72.0	1
52.4	5	94.7	8		67.03

CELTIIUM (Ct. = ?).

Literatur.

G. Urbain, Sur un nouvel élément qui accompagne le lutécium et le scandium dans les terres de la gadolinite: le Celtium. C. R. 152 p. 141—143 (1911).

Diese problematische, neue, seltene Erde ist vorläufig nur durch eine Reihe von Bogenlinien charakterisiert, die zum Teil in den Fraktionen sehr stark auftreten. Zwischen λ 245 und λ 370 findet Urbain folgende Linien:

3665.6 mittelstark	2903.9 ziemlich stark	2729.1 stark
3891.5 stark	2885.1 " "	2685.2 sehr stark
28.0 ziemlich stark	70.2 mittelstark	77.7 mittelstark
3197.9 sehr stark	45.2 stark	2536.9 ziemlich stark
71.4 stark	37.3 ziemlich stark	2481.6 " "
18.6 sehr stark	34.3 " "	69.8 mittelstark
3080.7 sehr stark	2765.8 sehr stark	59.4 "
2981.7 mittelstark	37.0 mittelstark	

KUPFER ($Cu = 63.57$, $Z = 29$).

Literatur.

- [110] O. Neovius, Bih. t. Kgl. Sv. Vet. Akad. Handl. 17, 1 Nr. 8 (1891).
- [111] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. *Astrophys. J.* 27 p. 353—362 (1908).
- [111a] F. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumannstrahlen. Dissert. Berlin 1909.
- [112] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. *Wien. Ber.* 118 IIa p. 511—524 (1909).
- [113] Bonif. Huber, Einfluß der Selbstinduktion auf die Spektren von Metallen und besonders von Legierungen. Dissert. Freiburg (Schweiz) 1909, 39 pp.
- [114] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Bogenspektren. *Wien. Ber.* 119 IIa p. 519—618 (1910).
- [115] A. Hagenbach und H. Veillon, Über die Charakteristik des elektrischen Bogens und des Himmlichtes zwischen Kupforelektroden im partiellen Vakuum. *Physik. Zs.* 11 p. 833—847 (1910).
- [116] H. M. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 33 p. 739—746 (1910). *Astrophys. J.* 34 p. 1—20 (1911).
- [117] H. Nagaoka and T. Takamine, A difference in the change of frequency between longitudinal and transversal Zeeman effects. *Tōkyō Sōgaku But. Kizi* (2) 5 p. 278 bis 284 (1910).
- [118] P. Joye, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. *Ann. chim. et phys.* (8) 21 p. 148—197 (1910).
- [119] M. Aretz, Über den langwelligen Teil des Kupferfunken- und Kupferbogenspektrums. Dissert. Bonn 1911. *Zs. f. wiss. Photogr.* 9 p. 256—289 (1910).
- [120] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. *Zs. f. wiss. Photogr.* 10 p. 69—89 (1911).
- [121] R. J. Strutt, A chemically active modification of nitrogen produced by the electric discharge. *Proc. Roy. Soc. A.* 85 p. 219—229 (1911).
- [122] B. Duns, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911, 69 pp. Als Buch b. S. Hirzel, Leipzig.
- [123] A. Harnack, Vergleichende Untersuchungen über Spektren in der Sauerstoff-Wasserstoff- und in der Chlor-Wasserstoff-Knallgasflamme. Diss. Leipzig 1911; *Zs. f. wiss. Photogr.* 10 p. 281—346 (1912).
- [124] J. Barnes, The spectra of aluminium, copper and magnesium in the arc under reduced pressure. *Astrophys. J.* 34 p. 159—163 (1911).
- [125] A. Hagenbach et H. Hertenstein, Etude spectroscopique de l'aureole de l'arc électrique. *Arch. sc. phys. et nat.* (4) 31 p. 549—560 (1911).
- [126] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.
- [127] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig und Wien bei Deuticke, 1911 und 1912. 2. Aufl., Bd. 2 und 3.
- [128] W. N. Hartley, On some mineral constituents of a dusty atmosphere. *Proc. Roy. Soc. A.* 85 p. 271—275 (1911).
- [129] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of the vapours of some metals and metallic chlorides. *Proc. Roy. Dublin Soc.* (2) 13 p. 202—218 (1912).
- [130] R. J. Strutt and A. Fowler, Spectroscopic investigations in connection with the active modification of nitrogen. II. *Proc. Roy. Soc. A.* 86 p. 105—117 (1912).

- [131] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. *Zs. wiss. Photogr.* 10 p. 374—432 (1912).
- [132] H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenauereole. *Zs. wiss. Photogr.* 11 p. 69—87, 119—132 (1912).
- [133] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuum. *Ann. d. Phys.* (4) 39 p. 225—250 (1912).
- [134] G. Morrow, The ultimate lines of the vacuum tube spectra of... *Proc. Roy. Dublin Soc. (N. S.)* 12 p. 269—287 (1912).
- [135] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities... *Proc. Roy. Soc. A.* 87 p. 38—48 (1912).
- [136] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 39 p. 53—79 (1912).
- [137] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses de divers éléments dans l'étincelle électrique. *C. R.* 154 p. 872—874 (1912).
- [138] H. Konen, Über die Beteiligung der Luft an der Emission des Lichtbogens bei Atmosphärendruck. *Festschr. Vers. Naturf. u. Ärzte. Münster Westf. Med. Naturwiss. Ges. Münster* p. 28—43 (1912).
- [139] O. Lüttig, Das Zeemanphänomen von Cu, Fe, Au usw. im sichtbaren Spektrum. *Ann. d. Phys.* (4) 38 p. 43—70 (1912).
- [140] Th. Lyman, Spark spectra in the Schumann region. *Phys. Rev.* (1) 84 p. 157 (1912).
- [141] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. II. *Phil. Trans. A.* 212 p. 83—73 (1912).
- [142] S. Haum, Messungen im Bogenspektrum des Nickels. *Dissert. Bonn* 1913. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 105—130 (1913).
- [143] Ch. G. Barkla, Charakteristische Röntgenstrahlungen. *Verh. d. D. phys. Ges.* 15 p. 1273—1277 (1913).
- [144] C. Andrade, Note on a method of observing the flame spectra of halogen salts. *Proc. Phys. Soc.* 25 p. 230—234 (1913).
- [145] W. M. Hicks, A critical study of spektral series. Part. III. The atomic weight term etc. *Proc. Roy. Soc. A.* 89 p. 125—127 (1913).
- [146] H. G. J. Moseley, The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* (6) 26 p. 1024—1034 (1913). — *ib.* (6) 27 p. 703—713 (1913).
- [147] O. Oldenberg, Spektroheliographische Untersuchungen am Lichtbogen. *Diss. Göttingen* 1913. *Zs. wiss. Photogr.* 13 p. 133—172 (1913).
- [148] H. Künemann, Die Verteilung der Emission in dem Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb 4000. *Zs. wiss. Photogr.* 12 p. 65—76, 123—143 (1913).
- [149] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. *Zs. wiss. Photogr.* 12 p. 207—235 (1913).
- [150] J. M. Eder, Messungen im ultravioletten Funkenspektrum nach dem internationalen System. *Wien. Ber.* 122 IIa p. 807—833 (1913). *Zs. wiss. Photogr.* 14 p. 137—148 (1914).
- [151] W. Huppers, Neue Messungen der Bogenspektren einiger Metalle unterhalb 3200. *Zs. wiss. Photogr.* 13 p. 46—88 (1913).
- [152] M. de Broglie, Sur les spectres des rayons de Röntgen émis par des antikatodes de cuivre, de fer, d'or. *C. R.* 158 p. 823—825 (1914). — *ib.* p. 907—909 (1914).
- [153] H. Smith, The spectroscopy of the electric brush discharge in weak acids and solutions. *Phil. Mag.* (6) 27 p. 801—823 (1914).
- [154] H. Rohmann, Die Röntgenspektren einiger Metalle. *Phys. Zs.* 15 p. 715—717 (1914).
- [154a] K. Hasbach, Das Bogen- und Funkenspektrum des Kupfers nach internationalen Normalen. *Zs. wiss. Photogr.* 13 p. 399—430 (1914).
- [155] J. M. Eder, Wellenlängenmessungen nach dem internationalen System im Bogenspektrum der Elemente von Rot bis Infrarot. *Wien. Ber.* 124 IIa p. 101—121 (1915).
- [156] Ph. E. Robinson, The spectra of cathode metals. *Astrophys. J.* 42 p. 473—478 (1915).
- [157] J. Kramstyk, Über die räumliche Verteilung der Lichtemission im elektrischen Bogen und Funken. *Ann. d. Phys.* (4) 148 p. 375—409 (1915).

- [158] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioact.* 13 p. 296—341 (1916).
- [159] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metaldämpfen in der Glühentladung. *Ann. d. Phys.* (4) 44 p. 1151—1168 (1916).
- [160] F. A. Saunders, Notes on certain ultra-violet spectra. *Astrophys. J.* 43 p. 224 bis 243 (1916).
- [161] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. *Ann. d. Phys.* (4) 50 p. 713—728 (1916).
- [162] M. Siegbahn und W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektren (K-Reihe) der Elemente Cr bis Ge. *Phys. Zs.* 17 p. 48—51 (1916).
- [163] S. Piña de Rubies, Nuevas rayas del cobre y de la plata entre 2300 UA en el espectro de arco en el aire. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 12 p. 215 (1917).
- [164] M. A. Catalan, Algunas regularidades en los espectros del cobre y del boro. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 15 p. 432 (1917).
- [165] Luis Vegas, Estudios acerca del efecto polar en el arco eléctrico. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 16 p. 450 (1918).
- [166] W. Moggers, Wave-length measurements in spectra from 5600 Å. to 9600 p. 371 bis 394. *Sc. Pap. Bur. of Stand.* 312 (1918).
- [167] T. Heurlinger, Untersuchungen über die Struktur der Bandenspektren. *Diss. Lund* 1918.
- [168] W. Duano and Kang Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* 14 p. 516—521 (1919).
- [169] J. Stark und O. Hardke, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. *Ann. d. Phys.* (4) 58 p. 712—722 (1919).
- [170] A. S. King, Discussion of some evidence on the origin of radiation in the tube resistance furnace. *Astrophys. J.* 49 p. 48—53 (1919).
- [171] T. Takamine, The Stark effect for metals. *Astrophys. J.* 50 p. 23—41 (1919).
- [172] J. C. McLennan and R. J. Lang, An investigation of extreme ultraviolet spectra with a vacuum-grating spectrograph. *Proc. Roy. Soc. A.* 95 p. 258—273 (1919).
- [173] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultraviolet. *Proc. Roy. Soc. A.* 95 p. 316—332 (1919).
- [174] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. *Phil. Mag.* (6) 37 p. 601—612 (1919). *Ann. d. Phys.* (4) 59 p. 56—72 (1919).
- [175] A. Hagenbach et K. Langbein, Détermination de la température aux électrodes de l'arc. *Arch. sc. phys. et nat.* (5) 1 p. 48—54 (1919).
- [176] M. Siegbahn and A. B. Leide, Precision-measurements in the X-ray-spectra. Part II. *Phil. Mag.* (6) 38 p. 639—646 (1919). Part III. *ib.* p. 647—651 (1919).
- [177] W. M. Hicks, The spectrum of copper. *Phil. Mag.* (6) 39 p. 457—461 (1920).
- [178] G. A. Hemsalech, On the character of the light radiation. . . *Phil. Mag.* (6) 40 p. 296—315 (1920).
- [179] Jos. Offermann, Das Bogen- und Funkenspektrum des Wismut. *Dissert. Bonn* 1920. *Auszug.*
- [180] H. Bracchetti, Über die kathodische Herstellung von Metallspiegeln. *Diss. Münster* 1920. *Manuskript.*
- [181] W. Stensson, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. f. Physik.* 3 p. 80—82 (1920).
- [182] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. f. Physik* 3 p. 262—284 (1920).
- [183] J. C. McLennan, J. F. Young and H. C. Ireton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in Helium of various elements. *Proc. Roy. Soc. A.* 95 p. 95—108 (1920).
- [184] F. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. *Diss. Tübingen* 1920. *Manuskript.*
- [185] Mag Nad Saha, Ionization in the solar chromosphere. *Phil. Mag.* (6) 40 p. 472—488 (1920).
- [186] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle du mercure, du cuivre, du zinc et du thallium dans l'ultraviolet extrême. *C. R.* 171 p. 909—912 (1920).

- [187] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. Journ. de phys. et le Radium (6) 2 p. 229—257 (1921).
- [188] A. Dauvillier, Sur la complexité de la série K des éléments légers et son interprétation théorique. C. R. 174 p. 443—445 (1921).
- [189] W. Gerlach, Das K_{α} -Dublett. Phys. Zs. 23 p. 115—120 (1921). Ib. 22 p. 557 bis 558 (1921).
- [190] F. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultraviolet. Phys. Rev. 18 p. 461—476 (1921).
- [191] A. St. Dunstan and B. A. Wooten, A study of arc-cathode spectra. Astrophys. J. 54 p. 65—75 (1921).
- [192] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. Ann. d. Phys. (4) 66 p. 373—395 (1921).
- [193] B. E. Moore, Excitation stages in open arc light spectra. Part. II. Astrophys. J. 54 p. 246—272 (1921).
- [194] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 1 p. 439—458 (1921). Phil. Mag. (6) 41 p. 675—694 (1921).
- [195] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 7 p. 341 bis 350 (1921).
- [196] F. von Angerer, Spektroskopische Notizen. Phys. Zs. 22 p. 521—523 (1921).
- [197] *R. J. Strutt, Leuchtende, im Lichtbogen erzeugte Dämpfe, mit Anwendungen auf das Studium der Spektralserien und ihres Ursprungs. Le Radium 11 p. 200—204 (1919). Phys. Ber. 3 p. 359 (1922).
- [198] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. C. R. 174 p. 1456 bis 1457 (1922).
- [199] V. Dolejšek, Sur les lignes K_{α} des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).
- [200] A. Hürle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle besonders in elektrischen Bogen. Jahrb. Radioact. 18 p. 297—326 (1921—1922).
- [201] A. Fowler, Report on series spectra. London 1922.
- [202] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturwiss. 10 p. 369—381 (1922).
- [203] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioact. 18 p. 240—292 (1922).
- [204] H. N. Russell, The theory of ionization and the sun-spot spectrum. Astrophys. J. 55 p. 119—144 (1922). Mt Wilson Contrib. 225.
- [205] W. M. Hicks, A treatise on the analysis of spectra. Cambridge 1922; 320 pp.
- [206] M. Siegbahn u. V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. f. Physik 10 p. 159—168 (1922).
- [207] W. Vogel, Messungen im Röntgengebiet. Diss. Bonn 1922. (Manuskript.)
- [208] A. Weber, Normalebestimmungen im Röntgengebiet. Diss. Bonn 1922 (Manuskript.)
- [209] F. Paschen u. R. Gütze, Seriensetze der Linienspektren, 154 pp. Berlin 1922. (Zusatz bei Korrektur.)

Die neuen Messungen im Spektrum des Kupfers sind sehr zahlreich: Randall (116) beginnt mit $1,8\mu$, auch Lehmann (136), Meissner (161), Eder (155) und Meggers (166) haben rote und ultrarote Linien bestimmt. Dann folgen die Arbeiten über das gesamte Spektrum von Hasbach (154a), der Bogen und Funken untersucht hat, von Exner und Haschek (127), die eine volle Neumessung beider Spektren geliefert haben, von Eder und Valenta (114), die den langwelligigen Teil des Bogens, von Aretz (119), der dasselbe Stück in Bogen und Funken gemessen hat; dazu kommt dann für den kurzwelligen Teil des Bogens Huppers (151) und McLennan (183), für den Funken Wagner (120) und Eder (150), Piña de Rubies (163), McLennan (172, 173, 183) sowie Bloch (186, 187, 198). Man sehe auch Lyman (140). Alle diese Angaben

sind in der folgenden Tabelle vereinigt, wobei wieder Eder und Valenta, sowie Exner und Haschek auf internationales Maß reduziert sind. Bei Hasbachs Funken habe ich einige Linien fortgelassen, die offenbar Luftlinien sind. Linien des Kupfers sind ferner sehr vielfach in Bonner Dissertationen als Verunreinigungen in anderen Spektren gemessen worden, und da die Linien dann meist schärfer sind als in dem Spektrum des Metalles selbst, führe ich solche Messungen, wenn wenigstens zwei vorhanden sind, in Anmerkungen an. Besonders zahlreiche Linien sind von Hamm (142) und von Offermann (179) gegeben. Burns (149) hat im Eisenspektrum 3 Linien des Kupfers.

		Ran- dall [116]	Leh- mann [136]	Meiss- ner [161]	Eder [155]	Eder u. Valenta Bogen [114]	Aretz Bogen [119]	Meggers Bogen [169]			
$3D_1-4\frac{1}{2}P$	18229	5							B		
$3D_2-4\frac{1}{2}P$	191	7							B		
$3P_1-4D_2$	16653	4							C		
$2.5^{\circ}-3P_1$	008	5							C		
	13274	—	1								
	12311	—	4	1							
	8083	—	—					17	1		
	273	—	—					45	1		
	42	—	—					27	1		
	23	—	—					13	1		
	16	—	—					22	1		
	8187	—	—					90	1		
	78	—	—					96	2		
$2P_1-2.5^{\circ}$	8083	4	6.4	4	2.78	2.79	10	2.74	10	11N	
	17	—	—	—	—	—	—	78	2		
	08	—	—	—	—	—	—	27	2		
$2P_2-2.5^{\circ}$	7984	0	8.6	4	8.24	8.25	10	8.20	10	11N	
	20	—	—	—	—	0.	1v	—	—		
	7848	—	—	—	—	—	—	55	1		
	7570	—	—	—	—	—	—	09	5		
	7427	—	—	—	—	—	—	26	1		
	7193	—	—	—	—	—	—	56	2u		
	54	—	—	—	—	—	—	29	1		
	24	—	—	—	—	—	—	66	1		
	7089	—	—	—	—	—	—	34	3		
	00	—	—	—	—	—	—	02	1u		
	6986	—	—	—	—	—	—	86	1		
	35	—	—	—	—	—	—	80	2u		
	20	—	—	—	—	—	287	09	4u		
	06	—	—	—	—	6.00	2	5.137	3u	5.90	6
	6890	—	—	—	—	0.	1v	—	90	2	
	89	—	—	—	—	—	—	92	2		
	81	—	—	—	—	—	—	94	2		
	40	—	—	—	—	—	—	99	1u		
	35	—	—	—	—	—	—	48	1		
	21	—	—	—	—	—	—	88	1u		
	6781	—	—	—	—	—	896	0u	—		
	75	—	—	—	—	—	—	64	2u		
	49	—	—	—	—	9.	1v	—	29	2u	

	Eder u. Valenta Bogen [114]	Aretz Bogen [118]	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Meggers Bogen [166]
6741	55 3	418 6	6 1	4 1u	42 7
6672	25 2	234 5u	—	2 1u	23 3
20	—	730 1u	—	—	67 1
21	67 3	623 1u	64 1	59 1	61 4
6599	—	681 5	—	—	—
83	—	542 2	—	—	—
65	60 1	555 2	—	—	54 3u
50	—	977 3u	—	—	98 1
44	—	427 2u	—	—	51 1u
31	—	437 1	—	—	—
06	—	142 2u	—	—	—
04	—	051 0	—	—	—
6485	31 1	142 5u	19 1	15 1	18 2
74	23 3	176 5u	26 1	2 1u	20 3
56	—	672 1u	—	—	—
52	—	287 0	—	—	—
27	66 1	564 2u	—	—	57 1
15	—	155 1u	—	—	18 1
08	—	847 1	—	—	—
04	—	050 1u	—	—	—
01	—	427 1u	—	—	—
00	—	591 1	—	—	—
6358	—	003 2u	—	—	—
25	54 1	450 4	4 1u	4 1u	—
6296	—	599 2	—	—	—
94	—	004 2	—	—	—
92	—	863 2	—	—	—
85	—	125 2	—	—	—
74	—	624 2	—	—	—
68	42 2	205 6u	21 1	30 1u	—
58	—	871 2u	—	2.6 1u	—
51	—	816 3	—	—	—
43	—	125 4	—	—	—
38	—	793 1u	—	—	—
30	—	784 2	—	—	—
23	81 1	655 3u	66 1	—	—
20	—	943 2u	—	—	—
16	—	379 2	—	—	—
13	—	785 1u	—	—	—
6199	—	195 1	—	—	—
64	45 1	—	—	—	—
57	—	577 2	—	—	—
57	—	371 1	—	—	—
51	59 1	576 2u	—	—	—
50	—	135 1	—	—	—
48	—	190 3	—	—	—
47	—	310 4u	—	—	—
46	—	834 3u	—	—	—
35	—	585 2	—	—	—
27	—	729 2u	—	—	—

	Eder u. Valenta Bogen [114]	Aretz Bogen [119]	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Aretz Funke [119]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	
6119	—	545 4	—	—	—	—	—	
90	—	226 5	—	—	—	—	—	
6064	—	686 1u	—	—	—	—	—	
62	—	726 1u	—	—	—	—	—	
61	—	240 2u	—	—	—	—	—	
60	—	860 2u	—	—	—	—	—	
52	—	777 1	—	—	—	—	—	
48	—	433 1u	—	—	—	—	—	
45	—	846 2u	—	—	—	—	—	
45	—	085 2u	—	—	—	—	—	
39	—	798 2	—	—	—	—	—	
32	—	326 2u	—	—	—	—	—	
5906	—	594 2u	—	—	—	—	—	
5857	08 1	—	—	—	—	—	—	
51	29 1	—	—	—	—	—	—	
X — 2 $\frac{1}{2}$	5782 08 8	127 6u 10 50	158 8	131 6	14 10r	157 10	C	
	32 34 8	864 1 80 1	36 1u	—	33 1	87 1u	—	
	27	063 1	—	—	—	—	—	
	21	—	—	—	—	78 1	—	
	10	—	—	—	—	68 1	—	
X — 2 $\frac{3}{4}$	00 17 8	247 5 23 30	249 6	248 4	27 8	251 8	C	
	5698	499 0	—	—	—	—	—	
	52	—	—	—	—	.0 1u	—	
	34	—	—	—	—	.8 1u	—	
	31	—	65 1	—	342? 1	—	—	
	08	—	—	—	—	.9 1u	—	
	5574	—	—	—	—	.0 1u	—	
	54 5.00 8	977 0 91 2	94 8	—	94 1	—	—	
	48	—	—	—	—	.4 1u	—	
	89	—	—	—	—	.9 1u	—	
	85 82 4v	785 0u 8 2u	78 3u	—	7 2	—	—	
	5478	—	—	—	—	1 1	—	
	62 97 2	—	—	—	—	8.23 1	—	
	82	071 0u 1 2u	05 2u	—	2 1u	—	—	
	19	—	—	—	—	—	98 1u	
	08	—	3 1u	46 1u	—	6 1u	—	
	08	—	—	03 1u	—	—	—	
	5398	—	—	69 1	—	—	—	
	91	629 1 04 2u	67 2u	—	65 2r	—	—	
	60	099 1 04 1	045 1	—	11 1	—	—	
	55	—	.0 1u	0 1u	—	1 1u	—	
	52	—	71 1	68 2	—	78 1	68 1u	
	22	—	48 1	—	—	—	—	
	5295	—	—	574 1	—	—	—	
	92	553 4 46 8r	589 4	550 2	59 6r	589 2	—	
	60	—	0 1	—	—	—	—	
	50	511 0u 5 1u	—	—	6 1u	—	—	
2 $\frac{1}{2}$ — 3 $\frac{1}{2}$	20	083 4 05 20	041 6	083 4	05 8	044 8	IN	

1) Ist wohl eine Linie der Luft.

		Aretz Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Hasbach Bogen	Aretz Funke	Exner u. Haschek Funke	Hasbach Funke	
		[119]	[127]	[154a]	[119]	[127]	[154a]	
2 \mathfrak{P}_1 — 3 \mathfrak{D}_1	5218	204 6v	23 200	170 10	203 6	18 200v	173 8v	IN
	12	889 1u	—	—	—	—	—	
	00	954 2u	9 1u	87 1u	—	1.03 2	—	
	5188	—	79 1	—	—	—	—	
	75	—	—	—	366 1u	—	—	
2 \mathfrak{P}_2 — 3 \mathfrak{D}_2	53	261 6	28 100	226 8u	266 4	26 100v	228 6v	IN
	44	106 3	1 1u	12 1u	098 1	.2 1	—	
	43	—	16 1	—	—	—	—	
	24	—	—	—	—	5 1u	—	
	11	940 2	95 1	945 2	942 0	98 1	—	
	05	582 5	62 50	551 8u	578 4	56 20	551 4	1)
	5098	—	08 2	—	—	—	—	
	89	—	—	—	—	3 1u	—	
	76	283 2u	2 1u	2 3u	280 1u	27 2	—	
	73	—	—	—	427 1	—	—	
	66	—	—	—	—	8 1u	—	
	52	—	—	—	485 1u	7 1u	—	
	34	825 2u	3 1u	3 2u	—	37 1u	—	
	22	—	—	—	770 0	—	—	
	16	—	63 2	634 3	609 2u	.64 2	—	
	13	—	—	—	—	.3 1u	—	
	11	—	—	—	721 0	—	—	
	4991	—	40 1	—	—	—	—	
	86	—	—	—	—	3 1u	—	
	84	—	14 2	—	—	—	—	
	76	—	20 1	—	—	—	—	
	74	—	—	—	—	5 1u	—	
	66	—	72 1	—	—	—	—	
	66	—	46 1	—	—	—	—	
	54	—	—	—	830 2u	7 2u	—	
	32	—	—	—	659 3u	4 2u	—	
	19	—	—	—	—	1 1u	—	
	10	—	—	—	825 2u	3 2u	—	
	4890	—	—	—	705 1	—	—	
	89	—	—	—	615 1	—	—	
	83	—	24 1	—	—	—	—	
	71	—	—	—	489 1u	3 1	—	
	66	—	2 1u	4 3u	695 1U	6 1u	—	
	58	—	94 2	—	—	—	—	
	56	—	—	—	847 0U	3 1u	—	
	51	—	—	—	—	8 1u	—	
	43	—	37 1	—	—	—	—	
	42	—	—	.2 1u	—	3 1u	—	
	32	—	—	—	307 1	24 1	—	
	18	—	—	—	—	.3 1u	—	
	4797	—	07 1	042 2	6.862 1	12 1	—	
	94	—	1 1u	0 2u	3.800 3u	—	—	
	81	—	—	—	180 1	—	—	

1) Burns [149] gibt 5105,547, Dhein: 547, Offermann [179] 542.
 Kayser u. Koenen, Spektroskopie. VII.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Aretz Funke [119]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]
	4776 2 1u	2 1u	—	—	—	—
	67 3 1u	5 2u	473 0u	3 1u	—	—
	64 —	—	779 2u	—	—	—
	58 64 8	—	578 2u	42 2	—	—
	04 —	598 6	633 4	61 2	601 2	—
	02 —	—	921 3u	—	—	—
	4897 47 2u	490 4u	—	57 1u	—	—
	74 77 4	76 6u	—	82 3	—	—
	67 —	—	—	2 1	27 1u	—
	51 21 20	180 8	—	20 10r	134 6r	—
	42 6 1u	6 2u	—	—	—	—
	4586 99 20	697 6u	—	0 20	04 2u	—
	39 7 3u	70 4u	—	7 5	7 1U	—
2 P ₁ — 3.5 Ⓢ	30 83 15	848 6r	—	85 2	841 2	—
	18 23 1	20 1u	—	—	—	—
	09 40 8	888 4	—	36 3r	891 2	—
	07 4 2u	5 1u	—	—	61 1u	—
	05 —	—	—	99 2	602 1u	—
	00 —	87 1u	—	—	—	—
2 P ₂ — 3.5 Ⓢ	4480 43 10	876 6r	—	44 2	88 1	—
	15 5 2u	60 3u	—	5 2	493 2u	—
	4897 0 1u	—	—	—	—	—
	78 13 20	2 6u	—	17 20	2 2u	—
	54 6 1u	—	—	—	—	—
	36 0 1u	—	—	—	—	—
	28 7 1u	—	—	—	—	—
	4275 13 20	181 6	—	14 20r	132 4r	—
	67 2 1u	485 1u	—	—	—	—
	59 41 2u	43 2u	—	49 2	—	—
	58 34 1u	—	—	—	—	—
	48 98 8	969 4	—	99 5r	968 1	—
	42 24 2	26 1u	—	—	—	—
	31 0 1u	—	—	—	—	—
	28 —	8 1u	—	—	—	—
	27 —	—	—	94 2	93 1	—
	15 —	526 1	—	—	—	—
	4177 63 10	758 4u	—	8 2	—	78
	23 25 2	27 2u	—	35 2	—	—
	21 —	7 1u	—	—	—	—
	04 22 3	238 2	—	—	—	—
	4080 55 2	584 1u	—	5 1	—	54
	77 —	724 1	—	—	—	—
	75 60 2	592 3	—	—	—	—
	78 27 1	—	—	—	—	—
2 P ₃ — 4 Ⓢ ₁	63 45 10	296 4u	—	—	—	29 IN

1) Offermann [179] gibt 4704.605, Hamm [142]: .597.

2) Offermann [179] gibt 4480.885, Hamm [142]: .378.

3) Krebs gibt 4275.120, Belke: .187, Hamm [142]: .182, Josewski: .186.

4) Vahle gibt 4248.969, Krebs: .969, Offermann [179]: .958.

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]	
2 P ₁ — 4 D ₁	4062	76 100	694 6u	72 10	700 2r	65	IN
2 P ₂ — 4 J P	56	4 2 R	7 2 R v	—	—	—	C
	50	64 2	656 1	—	—	—	
	48	—	—	47 4	500 2	45	
	40	—	—	—	— 2 U	—	
	35	—	—	—	— 1 U	—	
2 P ₂ — 4 D ₂	22	78 100	667 6u	70 20 r	701 2	68	IN
2 P ₁ — 4 J P	15	6 1u	8 1u	—	—	—	C
	10	85 1	—	—	—	—	
	03	08 2	088 2	05 1	—	—	
	3882	—	—	—	4 1u	—	
	65	6 1u	—	—	—	—	
	64	15 1	—	—	—	—	
	46	88 1	—	—	—	—	
	35	—	64 1u	—	—	—	
	38	00 1	—	—	—	—	
	25	25 2	274 1	—	—	—	
	21	25 2	274 1u	—	—	—	
	3889	1 1u	—	—	—	—	
	81	71 1	—	—	—	—	
	62	75 1	—	—	—	—	
2 P ₁ — 4.5 C	61	70 3	755 3u	—	—	85	IIN 1)
	60	48 3	467 3	50 1	—	41	
	89	—	—	—	—	08	
2 P ₂ — 4.5 C	25	05 2	080 3	—	—	—	IIN
	20	88 2	879 2	—	—	—	
	17	50 1	—	—	4 2u	—	
	18	50 2	54 1	—	—	—	
	11	92 1	—	—	—	—	
	09	—	—	60 1	—	—	2)
	09	—	—	15 1	—	—	
	05	25 3	30 2u	—	—	23	
	03	4 1u	—	—	—	—	
	00	46 2	499 2	45 1	—	48	
	3799	87 1	88 1	—	—	—	
	91	—	—	0 1	—	—	3)
	80	05 1	—	—	—	—	
	77	—	—	0 1	—	—	2)
	71	87 3	902 2	87 1	—	89	
	64	82 1	—	—	—	—	
	59	46 2	495 2	4 1	635 2u	50	
	52	—	—	3 1	—	—	
	41	24 4	247 3	25 1	—	—	
	34	20 2	23 2	13 1	889 3	16	
	21	68 1	70 1u	—	—	—	
	20	75 2	770 2	—	—	—	3)

1) Vahle gibt 3881.758, Josewski: .750.

2) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

3) Vahle gibt 3720.761, Josewski: .770.

		Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]	
	3711	97 2	2.000 1	—	—	—	
	00	54 6	592 2	50 1	—	59	
	3899	09 1	1 1u	—	—	—	
2 \mathfrak{P}_1 — 5 \mathfrak{D}_2	87	5 2u	5 3u	—	—	67	IN
	86	—	—	54 3	57 2	52	
	85	— 1u	925 1	—	—	—	
	84	60 2	671 2	6 1	—	66	1)
	76	82 2u	87 1u	8 1	—	89	
	71	94 2	969 2	95 1	—	97	
	65	72 2	740 2	74 1	—	73	
	59	34 2	358 2	3 1	—	40	
	56	75 1	787 1u	—	—	—	
	55	85 2	865 2	85 1	—	80	
2 \mathfrak{P}_2 — 5 \mathfrak{D}_2	54	3 2u	3 2u	—	—	28	IN
2 \mathfrak{P}_2 — 5 \mathfrak{P}	53	3 2u	40 1u	—	—	—	C
	50	86 1	864 1	—	—	—	
	48	39 2	385 2	35 1	—	42	
	45	22 3	236 2	1 1	—	17	
	41	70 3	693 2	67 1	—	68	2)
	35	90 3	923 3	90 2	—	89	3)
	32	55 2	56 1	—	—	64	
	29	78 2	794 1	—	—	—	
	27	81 3	83 2u	2 2	—	23	
	24	20 5r	236 2u	2 1	—	28	
	21	23 10	248 3	1 2	—	21	
	20	35 3	346 2	45 1	—	34	
	14	20 3	218 3	15 1	—	21	
	13	74 5	755 3	75 2	—	73	
	10	78 3	806 2	—	—	78	
	09	28 2	800 2	—	—	—	
	08	04 10	088 6	02 3	041 2	—	4)
2 \mathfrak{P}_1 — 5.5 \mathfrak{C}	3599	13 10	135 6	12 3	135 2	09	IN 5)
	98	03 2	01 2u	—	—	—	
	94	02 2	025 2	—	—	—	
	66	13 1	14 1u	—	—	—	
	46	41 2	45 1u	—	—	45	
	44	93 3	966 2	8 1	—	97	
	33	74 10	744 4u	73 2	74 1u	69	
	30	91 1	—	—	—	—	
	20	39 10	388 6	38 3	388 2	35	6)
	27	46 6	487 4	45 1	49 1	45	7)
	24	21 6	240 4	24 3	238 2	16	

1) Vahle gibt 3834.689, Josewski: .678.

2) Josewski gibt 3641.676, Krebs: .676.

3) Josewski gibt 3635.916, Krebs: .918, Offermann [179]: .916.

4) Vahle gibt 3602.087, Josewski: .045, Offermann [179]: .085.

5) Vahle gibt 3599.133, Josewski: .139, Krebs: 135, Offermann [179]: .140.

6) Vahle gibt 3580.387, Klein: 379, Hamm [142] 390, Krebs: 380, Offermann [179]: .385.

7) Offermann [179] gibt 3527.483, Josewski: .494.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]	
3521	—	—	—	—	—	
20	00 4	082 4	19.98 2	081 1	19.94	
17	01 2	029 2	0 1	—	—	
2 p ₁ — 6 J p	12 11 8	122 4u	10 5	12 1u	05	C
10	31 1	—	—	—	—	
07	38 1	—	—	—	—	
01	52 1	—	—	—	—	
01	31 1	—	—	—	—	
00	27 2	314 2	—	—	31	
3498	04 3	063 2	—	—	7.97	
91	94 1	—	—	—	—	
83	78 2	846 2	83 1	—	74	
87	58 2	565 2u	55 1	—	—	
88	75 8	760 4	75 5	763 2	74	
81	9 1u	—	—	—	—	
75	97 8	998 4	98 3	6.001 2	98	
74	55 1	574 1	—	—	—	
72	12 3	136 3	10 1	—	11	
65	40 2	4 2u	5 1u	—	—	
68	5 1u	5 1u	—	—	—	
59	38 2	424 1	—	—	—	
57	82 6	856 3	84 2	86 1u	85	2)
54	74 8	70 4u	74 5	70 2u	68	
50	32 10	335 6	35 8	331 2u	34	
42	—	243 1	—	—	—	
40	—	52 3	—	—	—	
37	78 1	—	—	—	—	
36	—	53 1u	—	—	—	
36	01 1	—	—	—	—	
33	98 1	—	—	—	—	
22	2 2u	—	1 1u	—	31	
20	14 1	16 1u	16 1	—	—	
15	76 3	88 2u	8 3	51 1u	91	
14	—	77 1	—	—	—	
13	38 2	84 2	—	29 1u	84	
04	66 4	66 2u	7 2	—	67	
02	25 6	222 3	3 2u	22 1	21	
8396	85 2	824 1	83 1	—	—	
95	47 2	473 2	45 1	—	46	
92	08 1	01 1u	—	—	1.99	
88	1 1u	—	—	—	—	
84	82 2	815 2u	—	—	—	
82	—	899 3	—	—	—	
81	43 4	425 3	40 1	43 1	40	2)
81	14 3	18 2u	2 1u	—	—	
80	89 1	—	—	—	—	
79	69 1	—	—	—	—	

1) Klein gibt 8457.850, Krebs: .850, Offermann [179] .848.

2) Offermann [179] gibt 8881.428, Josewski: .429.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen 154a	Exner u. Haschek Funke 127	Hasbach Funke 154a	Wagner Funke 120
8875	87 2	671 2	87 1	—	—
65	87 10	863 4 r	37 3	356 2u	385
61	98 1	—	—	—	—
58	78 1	—	—	—	—
58	31 1	—	—	—	—
54	47 5	475 2u	49 1	—	41
51	23 1	—	—	—	—
49	28 6	287 4u	28 3	247 1u	—
41	18 1	184 1	—	—	—
37	31 10	850 6	33 3	852 2	82 1)
35	23 4	235 3	22 2u	234 1	16
29	62 4	638 4	59 2u	634 1u	—
29	—	—	—	07 1u	—
19	87 5	691 4	64 2	649 1	65
17	20 3	225 4	16 3	224 2	16
15	—	399 1	—	—	—
11	—	00 1u	—	—	—
07	95 20	952 8	93 10	956 4	92 2)
3298	94 4	903 3R	91 2	911 3R	—
92	36 2	392 2	—	—	—
90	58 20	519 4	53 3	545 3	52 3)
82	69 5	716 4	66 3	715 3u	69
79	80 3	823 3	78 3	822 3	79
77	31 2	311 2	28 1	31 1u	26
1.5 C—2 B,	73 95 1000 R	957 10R	94 30	965 3R	96 R 4)
68	24 3	278 3	26 2	279 1	24
66	02 3	014 3	01 2	015 1	00
52	—	22 2	26 1	228 1	35
1.5 C—2 B,	47 55 1000 R	550 10R	53 30	549 10R	57 R 5)
48	15 3	160 4u	14 5u	161 3u	14
39	—	16 1u	—	—	—
35	71 5	712 4	67 3	711 2	69
33	91 1	89 2	—	—	99
31	16 5	17 4	12 3	167 2	090 6)
26	56 3	60 2u	54 1	—	65
24	67 3	653 3	62 2	656 1	64
23	43 3	424 3u	37 2	445 2u	39
23	—	044 1u	—	—	—
18	—	23 1u	—	—	—
17	—	61 1u	—	—	—
11	39 2	44 2u	—	—	45

1) Krebs gibt 3337.340, Hamm [142]: .348, Offermann [179]: .351.

2) Offermann [179] gibt 3307.950, Hamm: .950.

3) Offermann [179] gibt 3290.546, Hamm: .546.

4) Burns [149] gibt 3273.965, Krebs: 960, Hamm [142]: 967, Hampe 969, Dhein: 964, Offermann [179]: 964.

5) Burns [149] gibt 3247.554, Vahle: .550, Dhein: .552, Josewski: .545, Klein: .540, Hamm: .552, Offermann [179]: .550.

6) Offermann [179] gibt 3231.175, Josewski: .182.

	Exner u. Haschek Bogen		Hasbach Bogen	Huppers Bogen	Exner u. Haschek Funke	Hasbach Funke	Wagner Funke
	[127]		[154a]	[151]	[127]	[154a]	[120]
3209	—		47 1u		—	—	—
08	17	8	236 4	17 3	19 2	235 2	22
02	—		—	—	—	—	623
3194	09	10	103 6	10 5	09 3	102 3	07
78	21	1	—	—	—	—	—
75	9	2u	73 3u	—	—	—	85
71	—		658 1u	—	—	—	—
70	—		—	—	6 2u	—	—
69	67	8	690 4u	62 2	64 2	677 2	64
60	05	2	047 2	—	—	—	—
56	40	3	623 3	56 2	64 1	—	—
51	65	1	61 1u	—	—	—	—
49	50	2	501 2	—	—	—	—
46	32	10	321 4u	37 3	32 2	32 1u	33
42	42	10	434 6	43 3	43 2	43 2	41
40	31	8	318 4	32 2	37 2	34 1	30
37	8	1u	—	—	—	—	—
31	32	1	—	—	—	—	—
28	67	10	692 4	62 2	67 2	693 1	68
26	12	15	106 6	09 3	09 3	111 3	10
22	—		—	38 1	—	—	—
20	46	3	452 2u	—	—	—	37
18	33	1	355 1	—	—	—	—
16	32	15	345 4u	30 1	33 2	35 1u	39
13	47Co?	2	463 2	—	—	—	47
08	53	20	603 6r	60 3	63 6	605 3r	59
06	—		—	—	—	47 2	—
3099	93	10	922 4	89 2	92 5	92 2u	92
94	00	10	3.993 6	08 2	3.99 2	3.993 1	3.99
83	10	4	121 3	—	08 1	—	16
82	—		—	00 1	—	—	—
80	20	1	—	—	—	—	—
73	31	1	—	20 1	—	—	—
73	32	8	308 4	32 3	33 2	303 1	80
72	06	1	—	—	—	—	—
70	73	1u	—	68 1u	—	—	—
68	39	1	912 2	—	—	—	—
63	42	10	416 6	41 5	43 3	418 2	40
57	—		65 1	53 2	—	—	—
53	39	1	—	—	—	—	—
52	52	1	—	—	—	—	—
44	05	2	032 2	05 3	—	—	—
39	48	1	—	—	—	—	—
39	04	1	—	—	—	—	—
37	09	1	—	—	—	—	—
36	10	10	105 6	09 5	08 2	107 2	10
30	23	2	25 2u	11 1	—	—	—

1) Offermann [179] gibt 3194.106, Josewsky: .108.

2) Offermann [179] gibt 3033.107, Hamm: 103.

	Exner u. Haschek Bogen		Hasbach Bogen		Hoppers Bogen		Exner u. Haschek Funke		Hasbach Funke		Wagner Funke	
	[127]		[154a]		[151]		[127]		[154a]		[150]	
3027	—	—	—	—	47	1	—	—	—	—	—	—
24	99	3	993	2	5.01	1	—	—	—	—	837	—
22	80	4	608	3	58	2	59	1	—	—	73	—
21	60	5	56	3r	56	1u	58	1	—	—	64	—
14	85	2	84	2u	—	—	—	—	—	—	—	—
13	82	1	847	1	—	—	83	3	—	—	—	—
12	—	—	02	3u	1.03	2u	—	—	—	—	—	—
10	87	10	840	5	10	4	—	—	841	1	90	1)
2998	38	2	384	2	—	—	—	—	—	—	—	—
97	38	10	383	4	38	5	38	3	385	1	42	—
91	78	1	78	1u	78	2	—	—	—	—	—	—
85	98	1	88	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
82	81	1	77	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
82	16	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
79	40	3	38	2u	42	1u	38	1	—	—	43	—
78	29	3	293	2u	27	1u	29	1u	—	—	25	—
74	71	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61	19	20	177	6	19	10	18	4	177	4	22	2)
51	24	2	3	1u	—	—	—	—	—	—	26	—
45	—	—	—	—	41	1u	—	—	—	—	—	—
38	88	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	44	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	89	1	90	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
23	72	2	714	2u	—	—	—	—	—	—	—	—
23	27	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	87	1	—	—	8.08	1u	—	—	—	—	—	—
11	24	1	21	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
2891	89	2	842	1	88	2R	—	—	—	—	—	—
90	89	2	85	2u	97	2u	—	—	—	—	—	—
85	82	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
84	—	—	—	—	—	—	37	2	376	1u	44	—
82	99	3	987	4	8.00	4	94	2	993	2	99	—
77	—	—	—	—	78	2	86	3	89	2u	99	—
75	89	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
74	59	1	—	—	48	2R	—	—	—	—	—	—
68	19	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
58	75	3	737	2	38	2	—	—	—	—	—	—
58	29	3	283	1	—	—	3	1u	—	—	—	—
57	—	—	—	—	—	—	9	1u	—	—	—	3)
46	49	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	62	1	—	—	—	—	57	3	56	2u	62	—
24	39	20	375	3	42	6	38	4	373	4	43	—
12	—	—	—	—	—	—	19	1	—	—	—	—
05	69	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	64	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
03	66	1	—	—	—	—	—	—	73	1	—	—

1) Offermann [179] gibt 8010.845, Hamm: .842.

2) Offermann [179] gibt 2931.183, Hamm: .180, Krebs: .168 (wohl Druckfehler für: .185).

3) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

	Exner u. Haschek Bogen	Hasbach Bogen	Huppers Bogen	Exner u. Haschek Funke	Hasbach Funke	Wagner Funke	
	[127]	[154a]	[151]	[127]	[154a]	[120]	
	2701 95 1	—	—	—	—	—	
	84 52 1	—	—	—	—	—	
	83 57 2	55 2u	66 1	—	—	—	
	82 63 2	61 2u	—	—	—	—	
	69 —	71 1u	83 2	85 10	848 4u	88	
	69 25 1	14 1	—	—	—	—	
X-3 P ₂	68 84 2	888 8	—	—	—	—	O
X-3 P ₁	66 41 50	888 8	88 6	43 2	886 2	41	C 1)
	68 79 2	705 1R	64 1	—	—	—	
	51 8 1u	8 1u	—	—	—	68	
	51 25 2	27 2u	83 2	—	—	—	
	45 48 1	48 1u	48 1	42 2	48 1u	48	
	89 —	—	—	9 1	—	—	2)
	87 —	—	—	5 1	—	48	2)
	82 —	—	17 1	—	—	—	
	29 —	—	40 1	—	—	—	
X-3 D ₁	28 93 2	954 2	404 2	—	—	—	O
	21 —	—	62 1u	83Ag?2	84 1u	87	
	20 —	—	48 1u	—	—	—	
	20 18 1	21 1u	—	—	—	—	
	18 —	—	96 7	92 6	958 8u	9.00	
	15 50 2	52 1u	52 1	—	—	—	
	18 51 1	541 1	70 2	68 8	664 4u	70	
	08 20 1	24 1u	88 1	82 5	848 8u	40	
	02 60 1u	—	—	—	—	—	
	01 60 1	01 1u	11 1	11 8	121 4u	19	
2805	—	—	85 1	—	—	—	
89	—	—	40 8	46 8	46 4u	55	
76 45 1	—	—	—	—	—	—	
72 05 1u	—	—	—	—	—	—	
71 20 1	—	—	—	—	—	—	
66 —	—	—	—	42 8	44 2u	52	
51 70 1	—	—	—	—	—	—	
49 80 1	—	84 1u	—	—	—	—	
45 81 1	—	81 1u	—	—	—	—	
48 —	—	—	—	90 1	98 1	82	
41 —	—	—	—	55 1	—	—	
40 —	—	—	—	—	—	—	
38 —	—	—	83 1	—	—	—	
35 40 2	—	—	—	—	—	—	
34 —	—	91 2u	99 2	—	—	—	
32 —	—	—	42 1	—	—	—	
30 60 2	—	002 2	04 2	—	—	—	
27 80 2	—	87 1	48 1u	—	—	—	
26 6 1u	—	—	—	—	—	—	
20 —	—	—	—	78 1	—	—	
18 87 50R	—	881 10r	89 10R	41 8r	881 8	48	

1) Krebs gibt 2786.888, Hamm [142]: .891, Offermann [179]: .888.

2) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

	Exner u. Haschek Bogen [127]	Hasbach Bogen [154a]	Huppers Bogen [151]	Exner u. Haschek Funke [127]	Hasbach Funke [154a]	Wagner Funke [120]
2409	—	—	—	30 2	31 2	48
00	—	—	37 1	40 5	430 8u	49
2508	—	—	38 1	94 3	96 2u	9,16
97	—	—	39 1u	—	—	—
90	—	—	39 1	99 3	98 2u	77
79	31 1u	22 1u	—	—	—	—
75	—	—	—	—	2 1u	—
73	—	—	—	41 1	46 1u	—
71	—	—	—	90 1	91 1u	98
69	39 1u	—	—	—	—	—
66	—	—	—	41 1	46 1u	—
64	—	—	—	—	4 1u	—
63	—	—	26 2	24 1	21 1u	—
60	—	—	—	—	44 1u	—
46	—	—	77 1u	—	—	—
44	—	35 2u	91 2	93 20	167 4	96
38	—	—	—	7 1	78 1u	95
35	—	—	—	3Ag 1	39 1u	90?
33	—	—	—	—	75 1u	—
32	—	—	—	36 1u	39 1u	—
32	—	—	—	1 1u	11 1u	—
29	—	—	40 2	41 8	48 8u	46
26	—	—	50 1	70 4	731 2u	74
25	—	—	—	0 1u	04 1u	—
23	—	—	—	16 1u	20 1u	—
22	—	—	—	36 1	391 1	49
21	—	—	—	06 1u	07 1u	—
18	—	—	—	9 1u	93 1u	—
18	—	—	—	46 1u	43 1u	—
16	—	—	—	96 1u	94 1u	—
16	—	—	—	4 1u	46 1u	—
16	—	—	—	—	07 1u	—
11	—	—	—	41 1	39 1u	—
08	—	—	—	6 1	6 1u	64
06	31 1	31 1	34 1	42 10r	42 8u	44
05	—	—	—	—	92 1R	—
04	—	—	—	—	70 1u	—
03	—	—	—	—	10 1u	—
00	—	—	—	—	77 1u	—
2497	—	—	—	61 1	63 1	—
96	—	—	—	11 1	14 1u	—
92	15 5R	142 8	15 4R	15 2	143 2	17
90	—	—	34 1	—	—	—
89	—	659 2	61 2	61 5	643 2	67
86	—	—	—	51 1	56 1u	—
85	—	—	—	90 5	947 2u	93
83	—	—	27 1	—	—	—

1) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

2) Krebs gibt 2492.155, Hamm: 153, Offermann (179): 142.

	Exner u. Haschek Bogen	Hasbach Bogen	Huppers Bogen	Exner u. Haschek Funke	Hasbach Funke	Eder Funke	Wagner Funke
	[127]	[154a]	[151]	[127]	[154a]	[150]	[120]
2482	—	—	—	34 2	326 1	29 3	27
78	—	—	—	—	43 1R	43 1	— 1)
75	—	—	—	—	2 1u	—	—
73	—	—	37 1	47 4	47 2	45 5	48
68	—	—	—	59 2	58 2u	61 5	65
65	—	—	—	92 1	92 1u	99 1u	—
63	—	—	—	—	93 1u	—	—
63	—	—	—	—	08 1u	—	—
62	—	—	—	—	06 1u	07 1u	— 1)
59	—	—	—	37 1	45 1u	34 1u	—
58	—	—	—	65 1	78 1u	79 1u	—
53	—	—	—	05 1	06 1u	04 1u	—
47	—	—	—	—	61 1u	63 1u	— 1)
46	—	—	—	8 1	81 1u	80 1u	—
44	—	—	—	42 2	406 2	43 3	44
43	—	—	—	39 1	4 1u	—	—
42	—	—	—	—	61 1u	—	—
41	67 2	625 6	67 4 R	62 2	628 2	63 1	65 2)
40	—	99 1u	—	—	18 1u	16 1u	—
39	—	89 1u	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	95
35	—	84 1u	—	87 1	88 1u	94 1	—
34	—	18 1u	—	—	—	—	—
33	—	45 1u	—	—	54 1u	57 1	—
31	—	71 1u	—	—	—	—	—
30	—	—	—	4 1	49 1u	52 1u	—
29	—	—	—	02 1	04 1u	—	—
28	—	—	—	—	27 1u	—	—
20	—	35 1u	—	—	—	—	—
24	—	90 1u	94 1	—	—	—	—
24	—	—	53 1	54 2	554 2u	59 3	67
22	—	67 1u	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	94 1u	—	—
18	—	—	—	—	5 1u	—	— 1)
15	—	—	—	—	—	—	98
14	—	73 1u	—	—	—	—	—
12	—	61 1u	—	31 1	34 1u	35 1	—
12	—	—	—	10 1	105 1	—	1.92
06	72 3	601 6	70 3	—	604 1u	—	—
05	—	—	—	46 1	487 1	51 1	36
03	—	327 1	39 1	43 6	47 3u	50 4u	53
00	10 1	102 2	09 2	10 6	104 3	13 6	16
2392	74 5	629 8 r	64 5 R	64 1	643 1	67 4	70 3)
91	—	—	—	73 1	762 1	75 3	—
85	—	—	—	02 1	06 1u	09 2u	13
80	—	—	76 1	—	—	—	—

1) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

2) Krebs gibt 2441.651, Hamm: .635.

3) Offermann [179] gibt 2392.630, Frings: .623.

	Exner u. Haschek Bogen	Hasbach Bogen	Pfla. Bogen	Huppers Bogen	Exner u. Haschek Funke	Hasbach Funke	Eder Funke	Wagner Funke
	[127]	[154a]	[163]	[151]	[127]	[154a]	[150]	[120]
2876	—	—	—	35 2	45 1	400 2u	43 5	46
70	—	—	—	—	85 1	88 1u	—	—
X —4.3	80 2	877 6	—	87 3	88 10	880 4	88 10	92 0
69	—	—	—	—	—	48 1	—	—
68	—	—	—	—	12 1	158 1	—	—
67	—	—	—	—	47 1	—	—	—
66	—	—	—	—	2 1	—	—	—
65	—	90 1u	—	—	—	—	—	—
64	—	20 1u	—	—	2 1	2 1u	—	—
63	—	43 1u	—	—	50 1	61 1u	—	—
62	—	—	—	46 1u	—	—	—	—
61	—	—	—	—	—	00 1u	—	—
60	—	50 1u	—	—	—	—	—	—
59	—	97 1u	—	—	—	—	—	—
58	—	80 1u	—	—	—	—	—	—
57	—	623 4	—	64 1	59 3	623 3	64 5	64
56	—	93 1u	—	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	11 2	14 1u	15 4u	21
54	—	03 1u	—	—	—	—	—	—
53	—	28 1u	—	—	—	—	—	—
52	—	96 1u	—	—	—	—	—	—
51	—	73 1u	—	—	—	—	—	—
50	—	84 1u	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	78 2	80 1u	84 3u	91
48	—	—	—	—	14 1	168 2	16 2	—
47	—	—	—	54 2	—	—	—	—
46	—	31 1u	—	—	—	—	—	—
45	—	03 1u	—	—	—	—	—	—
44	—	69 1u	—	—	—	—	—	—
43	—	—	—	—	22 2	280 2u	28 4	26
42	—	—	—	—	—	343 1	—	—
41	—	—	—	—	12 1	10 1u	—	—
40	—	—	—	—	—	304 1	—	—
39	61 1	561 4	—	60 1u	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	1 1u	—	—
37	—	—	—	—	63 1	61 1u	63 2	—
36	12 1	109 6	—	10 3	—	111 2	13 4	12
35	—	—	—	—	—	3 1u	—	—
34	—	—	69 3	—	—	56 1u	56 2u	—
33	—	—	84 2	—	—	137 1u	—	—
32	—	—	—	—	—	74 1u	—	—
31	—	—	93 2	—	—	841 1u	—	—
30	30 2	353 4	31 3	34 2	38 4	351 4	35 6	37
29	38 3 R	332 3 R	—	35 5 R	—	356 2u	37 3	36
28	—	—	—	—	72 1	69 1u	69 1	73
27	—	—	—	—	—	07 1u	—	—
26	—	—	23 3	—	13 2	083 2u	12 4	11
25	—	—	09 1	—	—	—	—	—

1) Diese Linie ist auch von Joye [118] gesehen.

	Hasbach Bogen	Pfisa Bogen	Exner u. Haschek Bogen	Huppers Bogen	Hasbach Funke	Exner u. Haschek Funke	Eder Funke	Wagner Funke
	[154a]	[163]	[127]	[151]	[154a]	[127]	[150]	[120]
2284	—	11 As? 5	—	—	—	—	—	—
86	—	77 3	—	—	727 2u	73 2	73 4	70
81	—	07 2	—	—	—	—	—	—
78	—	—	—	02 1	449 1u	—	42 2	35
76	244 4	—	23 1	25 2	245 4	29 4	24 6	25
74	—	86 2	—	—	016 1u	—	—	—
71	—	40 As? 3	—	—	780 1u	—	—	—
69	—	02 Sn? 4	—	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	46 1u	48 2	44 2	41
63	—	80 3	—	—	879 2u	98 3	87 3u	89
63	09 6R	—	11 2R	07 2R	285 1u	38 2	18 2u	09
60	493 4	—	48 1	48 1R	—	—	—	49
55	—	12 4	—	—	098 1u	06 2	06 2u	12
53	—	61 2	—	—	—	—	—	—
49	—	05 3	—	—	13 2u	05 2	06 3u	17
47	—	40 1	—	—	—	—	—	—
46	984 4	14 Sn? 3	—	98 2R	990 4	99 8R	97 8	97
44	240 2	—	—	22 1	24 1u	—	22 1u	32
42	599 4	—	64 1	61 2R	600 4	62 6	59 7	58
39	43 2u	—	—	46 2R	—	—	—	—
37	—	59 Pb? 2	—	—	—	—	—	—
36	22 1u	—	—	28 1R	—	—	—	—
31	—	65 2	—	—	66 1u	67 1	64 1	59
31	—	10 3	—	—	04 1u	03 1	00 2	—
30	071 6R	—	09 2R	11 1R	093 2u	12 2R	05 2u	04
28	845 4	—	87 1	85 1R	842 3	87 3	84 5	82
27	74 6R	—	74 2R	74 2R	76 1u	82 1R	77 2u	92
26	—	87 2	—	—	84 1u	88 2	86 3u	95
25	695 2R	—	7	64 1R	671 1	73 1	68 2	73
24	—	75 1	—	—	75 1u	84 2	78 2	66
20	—	90 Sb? 2	—	—	81 1u	—	—	—
19	—	84 2	—	—	—	—	—	—
18	—	—	—	—	58 1u	6 1u	—	—
18	079 4	—	12 1	08 1R	080 3	12 3	07 5	06
16	65 4R	—	71 2R	68 1R	85 1u	—	—	71
15	—	—	—	—	16 2u	21 2	20 3	09
14	56 6R	—	56 2R	58 1R	57 1	—	53 3	88
12	—	77 2	—	—	85 1R	88 1	88 1	60
10	240 2	—	28 1	25 1	240 3	28 3	24 5	19
09	—	64 1	—	—	85 1u	87 1	—	—
01	—	—	—	—	—	58 1	—	—
00	—	—	—	—	57 1u	—	—	59
2199	65 6R	—	63 2R	64 1R	58 2	64 1R	58 1	53
95	—	73 2	—	—	75 2u	80 2	78 3	71
94	—	41 2	—	—	—	—	—	—
92	286 3	—	28 1	23 1R	284 3u	28 3	28 5	21
89	599 3	—	63 1	66 1R	599 3	62 3	58 5	54
82	—	—	—	—	—	81 1	—	—
81	68 1u	—	—	74 1R	684 1	—	70 1	51
79	87 3u	05	6 41 1	39 1R	87 3u	42 3	36 5	35

K-5/3

C

	Hasbach Bogen	Pfisa Bogen	Happers Bogen	Hasbach Funke	Exner u. Haschek Funke	Eder Funke	Wagner Funke
	[154a]	[163]	[161]	154a	[127]	150	[120]
2178	91 1u	77 6	—	91 1u	—	—	—
78	—	—	13 1R	—	—	—	—
75	—	872 4	—	—	—	—	—
75	—	14 8	—	011 2u	001 2	003 2	4.87
71	75 1u	—	—	—	—	—	—
70	—	052 1	—	—	—	—	—
69	49 2u	—	49 1	—	—	—	—
65	06 1u	—	08 1	055 1	07 1	001 1	4.96
61	—	50 4	—	354 2u	42 2	301 1u	19
58	—	50 1	—	—	—	—	—
54	—	402 2	—	—	—	—	—
51	—	02 4	—	83 1u	02 1	82 2	—
48	03 2	0.54 1	0.05 1	027 2	002 2	91 4	83
47	—	07 2	—	—	04 1	—	—
45	—	78 2	—	—	—	—	—
44	—	91 1	—	—	—	—	—
44	—	182 1	—	—	—	—	—
40	—	60 2	—	—	—	—	—
39	—	042 2	—	—	—	—	—
39	—	50 2	—	—	—	—	—
38	44 1u	—	54 1	—	—	—	—
35	02 2	—	0.03 1	019 1u	002 1R	02 3	90
34	29 1	35 3	—	338 2	43 2	301 2	15
31	—	40 1	—	—	—	—	—
30	700 1	24 1	87 1	—	—	—	—
29	—	37 0	—	—	—	—	—
28	—	22 1	—	—	—	—	—
27	—	492 0	—	—	—	—	—
25	978 2	—	6.08 2	971 2	0.001 2	97 3	88
25	—	26 3	—	—	22 1	—	—
24	1 1	47 4	—	—	—	—	—
22	916 2	—	3.01 1	910 2	3.02 2	91 3	82
20	—	942 0	—	—	—	—	—
19	—	80 0	—	—	—	—	—
18	—	61 0	—	—	—	—	—
17	—	47 3	—	305 2u	40 2	33 2	17
16	—	33 0	—	—	—	—	—
15	—	122 2u	—	—	—	—	—
14	—	092 4	—	—	—	—	—
13	—	112 4	—	—	—	—	—
12	023 2	1.45 2	00 1	022 2	13 2	02 2	1.86
10	—	682 5	—	—	—	—	—
04	712 2	5.12 4	86 1	716 2	33 1	73 2u	72
2098	—	7.94 3	—	34 1u	—	43 2u	—
98	—	86 2	—	61 1u	—	—	—
87	—	8.10 4	—	13 1u	—	101 2	—
85	22 1	—	—	221 1	—	27 3	—
79	—	47 4u	—	—	—	—	—
78	—	89 3	—	65 1	—	00 2	—
66	—	—	—	31 1u	—	—	—

	Hasbach Bogen	Piña Bogen	Hasbach Funke	Eder ¹⁾ Funke	McLennan Young Ireton Bogen	Handke	Bloch
	[154 a]	[168]	[154 a]	[150]	[188]	[111 a]	[186]
2012	—	74 0	—	—	—	—	—
54	88 1	—	88 1	92 2	—	—	—
48	71 1	—	71 1	74 2	—	—	—
37	01 1	—	02 1	06 2	7.8 6	—	2)
35	74 1	—	74 1	82 2	—	—	—
31	—	—	01 1u	0.98 1u	—	—	—
26	—	405 4u	86 1	44 2	6.2 4	—	2)
23	—	64 3u	—	—	—	—	—
16	—	—	77 1	—	—	—	—
15	—	—	44 1u	—	—	—	—
1909	—	—	55 1	64 2	9.7 10	—	—
89	—	—	06 1	18 1	9.3 5	—	—
79	—	—	16 1	24 1	9.3 7	—	—
44	—	—	—	—	4.1 2	—	—
1485	—	—	—	—	—	0 5	—
82	—	—	—	—	—	1 3	—
67	—	—	—	—	—	6 7	—
57	—	—	—	—	—	6 4	—
50	—	—	—	—	—	9 2	—
48	—	—	—	—	—	9 3	—
40	—	—	—	—	6 4	1 8	—
36	—	—	—	—	—	3 1	—
34	—	—	—	—	—	9 3	—
26	—	—	—	—	—	1 8	—
23	—	—	—	—	—	0 1	—
21	—	—	—	—	—	1 1	—
19	—	—	—	—	—	1 1	—
17	—	—	—	—	—	3 1	—
06	—	—	—	—	—	9 2	—
08	—	—	—	—	—	0 1	—
1704	—	—	—	—	—	2 5	—
92	—	—	—	—	—	1 3	—
87	—	—	—	—	—	4 4	—
83	—	—	—	—	7 1	7 7	4.8 2
79	—	—	—	—	—	3 5	—
75	—	—	—	—	—	7 6	3 1
74	—	—	—	—	—	4 2	—
73	—	—	—	—	—	0 3	—
71	—	—	—	—	—	6 4	—
69	—	—	—	—	8.6 2	1 8	2 2
65	—	—	—	—	—	5 3	—
62	—	—	—	—	—	0 5	—
60	—	—	—	—	—	6 4	—

1) Eder gibt in Wien. Ber. 123 IIa p. 616—624 (1914) einige neue Linien und abweichende Messungen; sie lauten: 2135.91, 34.36, 25.97, 22.91, 17.33, 12.01, 04.71; 2098.42, 87.95, 85.23, 80.03, 78.33, 77.01, 69.83, 66.19, 62.42, 54.84, 54.35, 43.71, 37.04, 35.77, 30.94, 29.83, 27.03, 25.40, 16.77, 15.46, 13.00; 1999.59, 89.07, 79.18, 71.14, 69.73, 58.57, 48.86, 30.03, 27.81, 19.82.

2) Aus McLennan [178].

McLen- nan 178	Handke [111a]	McLen- nan Young Ireton Bg. [188]	Bloch [186]	McLen- nan 178	Handke [111a]	McLen- nan Young Ireton Bg. 188	Bloch [186]
1760	0 3	—	0.9 1	1875	—	7 1	—
54	5 6	—	5.6 1	74	6 2	5 7	8 8
51	4 9	—	—	71	5 2	6 8	9 8
49	9 9	0.2 5	0.1 5	70	1 2	8.8 8	8 8
48	6 4	—	—	69	—	0 1	—
47	—	1 6	—	68	—	2 8	1.2 1
44	—	7 9	—	57	—	8 5	8.4 2
42	—	3 9	—	57	—	—	7.2 1
41	—	0 8	2 4	54	—	1 7	8 8
39	7 4	0 7	0 1	53	—	1 2	—
37	—	6 7	—	51	9 2	9 7	2.0 2
32	—	4 4	—	49	—	—	9 8
30	—	5 1	—	47	—	—	5 1
29	—	7 1	—	42	1 8	18 9	4 5
27	—	8 7	8.1 1	38	—	4 4	9.0 8
26	—	9 8	—	27	—	3 4	8.8 4
24	—	2 4	—	25	—	6 4	0.1 2
21	8 6	9 8	2.2 2	21	—	—	2 4
18	—	—	1 1	16	—	—	0.1 2
17	—	7 7	6.9 1	15	—	5 8	—
15	—	8 2	—	13	—	—	—
13	—	0 2	—	12	—	8.5 2	—
10	—	8 6	1.4 1	08	—	8 1	9.7 2
08	5 4	5 7	9 4	07	—	0 1	—
07	—	0 1	—	06	—	1 1	5 2
04	9 2	5.0 6	5.8 8	05	—	4 1	4 2
03	—	7 1	—	02	—	9 1	8.1 2
02	—	6 8	6 8	00	—	0 1	1 2
01	—	8 8	—	1594	2 8	2 1	6 8
00	—	4 6	—	52	—	—	8 1
1895	—	8 1	—	48	—	9 1	0 2
98	4 4	—	—	43	—	5 1	0 1
92	5 1	3 7	—	37	—	8 1	—
88	—	5 7	—	1443	—	4 1	—
86	7 4	6 8	9 2	37	—	5 1	—
86	—	4 6	—	32	—	6 1	—
84	6 2	3 7	7 2	10	—	7 1	—
82	—	4 8	—	1895	—	4 2	—
81	7 1	9 2	7 2	77	—	1 2	—
81	—	2 7	—	67	—	9 2	—
79	1 2	0 8	1 2	59	—	2 4	—
77	—	3 5	—	46	—	3 1	—
76	—	4 2	—	1216	—	1 5	—

Röntgengebiet.

		Daanvillier	Weber	Siegbahn-Dolejšek	Siegbahn	Hjalmar	Siegbahn-Leide	Siegbahn-Stenström	Hjalmar	Moseley	Siegbahn		
		188	208	199, 206	174, 206	194, 195	176	162	182	146	203		
K													
α_2		1541.2	41.31					1543		1549	1541.22	K - L ₂	
α_1		1537.35	37.425		1537.302		1537.44	1539			1537.36	K - L ₁	
$\alpha_1' = \alpha_2'$		1535.3											
α_3		1531.3		1530.75							1530.8		
α_4		1530.1											
β_3		1382.8										K - M ₄	
β_1'		1389.8											
β_1		1388.9	1389.46	1389.33	1389.53	1388.87		1391		1402	1388.87	K - M ₃	
$\beta_2 = \gamma_1$		1377.7		1378		1382		1379			77.4		
γ_2		76.0		66									
L													
α_1									13309.1		13309.1	L ₁ - M ₁	353

Terme. (Doublet-System).

2 Ψ_1	81524						
2 Ψ_2	81773						
1.5 \mathcal{S}	62308	2.5 \mathcal{S}	19171	3.5 \mathcal{S}	9460	4.5 \mathcal{S}	5637
3 \mathcal{D}_2	12878	4 \mathcal{D}_2	6921	5 \mathcal{D}_2	4416		
3 \mathcal{D}_1	12866	4 \mathcal{D}_1	6917	5 \mathcal{D}_1	4413		
4 $\mathcal{J}\mathcal{P}$	6880	5 $\mathcal{J}\mathcal{P}$	4400				

In der Literaturübersicht ist noch eine Arbeit von Neovius [110] angeführt, die aus dem Jahre 1891 stammt. Sie war bei Abfassung des Bandes V übersehen, ist jetzt als zu veraltet nicht weiter berücksichtigt. Sie enthält die Funktlinien von λ 5782 bis λ 3686.

Die Intensität und günstige Lage der K_α -Strahlung des Kupfers sind der Grund, daß sogleich im Beginn der Messungen über Röntgenspektren einige Cu-Linien gemessen worden sind, durch Barkla [143], de Broglie [152] und vor allem Moseley [146]. In der Folgezeit sind dann diese Linien immer wieder bestimmt worden, vielfach in Verbindung mit anderen Messungen. So hat Rohmann [154] Aufnahmen publiziert, Siegbahn [158] und Stenström [162] haben Messungen gegeben, die späterhin durch Hjalmar [182, 194, 195], Dauvillier [188] und Dolejšek [199] immer weiter verfeinert und auf immer mehr schwache Linien ausgedehnt werden. Gerlach [189] und Stenstrom [181] haben die Dublettenabstände in der K-Reihe nach verschiedenen Methoden gemessen, der erstere mit Hilfe der Debyeschen Diagramme. Endlich hat Siegbahn zusammen mit Dolejšek [206] und Leide [176] die Linie K_α so gut wie möglich absolut gemessen, um sie als Normale erster Ordnung im Gebiete der Röntgenspektren einzuführen. Während Siegbahn und Leide in [176] $\lambda K_\alpha = 1537.44$ ermitteln, nimmt Siegbahn in [206] 1537.302 als wahrscheinlichsten Wert an. In seinem zusammenfassenden Bericht [208] und in [174] nimmt er 1537.36. Es scheint, daß sich auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen ähnliche Erfahrungen wiederholen, wie sie auf dem älteren Gebiet der längeren Wellen bei der Bestimmung der Normalen erster Ordnung gemacht worden sind. So ermittelt Weber [208] in einer sehr sorgfältigen neuen Messung den Wert 1537.425 und bezieht darauf seine anderen Bestimmungen. Zu einer Kritik dieser Messungen ist hier nicht der Ort. Es dürfte sich vielleicht empfehlen, zunächst einen Mittelwert für $\lambda \text{Cu}K_\alpha$, als Normale erster Ordnung festzulegen und darauf alle anderen Messungen zu beziehen, um die neuen Bestimmungen miteinander vergleichbar zu machen. Die Zahlen von Moseley, Hjalmar, Siegbahn, Leide, Dolejšek, Stenström, Dauvillier, Weber, Vogel sind in der Tabelle vereinigt, wobei die neuesten Messungen an der ersten Stelle stehen. Die älteren sind nur aus historischen Gründen beigelegt. Die letzte Spalte unter „Siegbahn“ gibt die Werte, die dieser wohl erfahrendste Spezialist in [208] an-

wählt. In der Spalte vor der Tabelle ist die Bezeichnung der Linien nach Siegbahn, in der Spalte hinter der Tabelle in der Bezeichnung der Systematik von Wentzel [202] gegeben. Von Einzelmessungen seien noch genannt die Differenz $K_{\alpha_2} - K_{\alpha_1}$, die nach Gerlach [189] gleich $3.84 \pm 3\%$ ist, während Stenstrom [181] 3.857 gefunden hatte. Auf indirektem, photoelektrischem Wege bestimmt Kurth [190] die L-Grenze bei 12.3 A, M bei 41.6 A und N bei 116 A. Als Absorptionsgrenzen haben für die K-Serie gemessen de Broglie [152] 1388, Wagner [156a, 1) 1386 und Duane u. Kang [168] 1378.5.

Wir wenden uns nun zu den einzelnen Arbeiten, soweit sie noch nicht in den Messungen berücksichtigt sind.

Oellers [131] vergleicht die verschiedenen Teile des Bogens in bezug auf die Intensität der Linien: er findet, daß sie an den Polen stärker seien, als in der Mitte, namentlich am negativen Pole. Künemann [148] setzt diese Untersuchung für den kurzwelligen Teil fort, und bestätigt das Resultat, das hier noch durch das Auftreten vieler Funkenlinien namentlich am negativen Pol verstärkt wird.

Ein ganz ähnliches Thema behandelt Vegas [165], der nur irrtümlich die Erscheinung als Poleffekt bezeichnet. Er will die Linien in vier Klassen teilen je nach ihrem Verhalten unter veränderter Stromstärke, Spannung und Bogenlänge. Die erste Klasse enthält Linien, die immer überall gleich stark sind, die zweite solche, die bei schwachen Strömen an den Polen stärker sind, als in der Mitte, mit steigendem Strom aber gleichmäßig werden. Zur dritten Klasse werden Linien gerechnet, die bei schwachem Strom nur an den Polen auftreten, bei wachsendem Strom schwächer werden und verschwinden; endlich zur vierten Klasse solche, die erst bei stärkerem Strom auftreten. Für ein kleines Stück des Kupferspektrums werden die Linien in diese Klassen verteilt. In neuerer Zeit haben sich dann noch Oldenberg [147], Kramstyk [157], Dunstan und Wooten [191] und Hörnle [200] mit der Emissionsverteilung einiger Serienlinien des Kupfers im Bogen beschäftigt, ohne für Kupfer wesentlich neue Ergebnisse zu erzielen.

Mit der Feinstruktur der Linien beschäftigt sich Wali-Mohammed [188], bestätigt aber lediglich Janicki [109], daß nämlich fast alle untersuchten Linien einfach sind, 5782, 5700, 4275 je zwei Trabanten haben; die Beschaffenheit von 5782 und 5700 ist freilich nicht ganz klar. Lüttig [139] stellt die älteren Messungen von Hartmann für den Zeemaneffekt mit denjenigen von Runge und Paschen zusammen und ergänzt sie; 5782, 5293, 5218, 5153, 5105, 4651, 4275 sollen Triplets geben.

Nagaoka und Takamine [117] finden, daß der transversale und longitudinale Zeemaneffekt als Funktion der magnetischen Intensität verschieden verlaufen; das wird unter anderem auch an der Kupferlinie 5015 geprüft.

Den Einfluß des elektrischen Feldes prüfen zuerst Stark und Hardtke [169]; die Linien 4062 und 3887 der ersten Nebenserie werden durch ein Feld von

1) Ann. d. Phys. (4) 46 p. 868—892 (1915).

23000 Volt/cm um 0.6 resp. 1.0 A. nach Rot verschoben, die Linien 4056 und 3686(?) um 0.4 resp. 0.7 A. nach Violett; Aufspaltung tritt nicht ein. Dann beschäftigt sich Takamine [171] mit der Frage. Er findet auch, daß die Linien der ersten Nebenserie: 4063, 4062, 4022 nach Rot verschoben werden, während bei 3687 und 3654 eine Komponente nach Violett auftritt. Er beobachtet ferner eine Reihe von Linien, welche eine Serie nach dem Typus von Koch¹⁾ zu bilden scheinen, und deren angenäherte Wellenlänge sei: 4056.8, 4015.8, 3686.7, 3652.6. Er scheint diese Linien für bisher unbekannt zu halten, während sie von Exner und Haschek sowie Hasbach gemessen sind.

Mit dem Einfluß der Selbstinduktion auf das Funkenspektrum beschäftigt sich Joye [118], wobei er Sauerstoff- und Wasserstoffatmosphäre benutzt. In einer langen Tabelle werden die Intensitäten der Linien unter verschiedenen Bedingungen gegeben. Sein Spektrum ist recht linienreich, er führt manche Linien, die sonst nur von einem Beobachter gesehen waren, so daß er zur Bestätigung der Existenz dieser Linien benutzt werden kann; sie sind in der Tabelle gekennzeichnet. Auch Huber [113] untersucht den Einfluß der Selbstinduktion auf Legierungen von Cu mit Co, Mg, Mn, Ni, Zn. Im allgemeinen treten in all diesen Legierungen die Cu-Linien relativ zum andern Metall zurück; das wird meist verschleift durch Selbstinduktion. Doch sollen einzelne Cu-Linien durch die Selbstinduktion relativ verstärkt werden. Für das Detail muß auf Hubers Tabellen verwiesen werden. In derselben Richtung arbeitet Williams²⁾, der die Ergebnisse von Hemsalech, Joye und Néculéa nachprüft, die gegen „Selbstinduktion“ empfindlichen Linien etwas anders klassifiziert und ihre Verteilung auf Funken und Serien heranzieht. Im allgemeinen haben diese Untersuchungen über den Einfluß der Selbstinduktion nicht viel herausgebracht.

Als Restlinien geben Hartley und Moss [136] in der Sauerstoff-Wasserstoffflamme 3274 und 3247 an, die mit 1 mgr Cu erscheinen. Mit zehn Funken können sie beide Linien photographieren, mit fünf Funken nur noch die letztere. Dasselbe findet Morrow [134], der eine Spur einer Chloridlösung im Geißlerrohr benutzt. Daß der Staub in der Großstadt die Ursache des Auftretens der Kupferlinien in Funkenspektren sein kann, zeigt Hartley [128].

Kupferchlorid im erhitzten Geißlerrohr wird auch von Pollock [129] untersucht. Er sieht ohne Leidnerflasche namentlich achöne Banden zwischen 4700 und 4100, welche mit Flasche sehr geschwächt werden, wofür zahlreiche Linien auftreten. Die stärksten Linien sind 3274, 3247, 2370.

Daß in Geißlerrohren, die mit Gasen gefüllt sind, dicht an der Kathode auch Linien des Kathodenmetalls sichtbar werden, ist bekannt. Robinson [156] untersucht unter anderem auch Cu-Elektroden, und gibt eine umfangreiche Liste von Cu-Linien, die er gefunden hat: in Sauerstoff sind es 69 Linien, in N

1) John Koch, Ann. d. Phys. (4) 48 p. 98—108 (1915).

2) A. T. Williams, Investigaciones . . . Dissert. Buenos Aires 1916.

nur 28, in Kohlenstoffverbindungen 17, in H nur 9. Immer sind 3274 und 3247 am stärksten.

Smith [153] benutzt die positive Spitzenentladung in Säuren und Salzlösungen. In Kupfernitrat sieht er 9 Linien, darunter als stärkste wieder 3274 und 3247, dann folgt 2618. — Bloch [198] untersucht den Funken unter Wasser.

Hemsaalech [137] ersinnt eine Methode, um die Geschwindigkeit des leuchtenden Metaldampfes, der bei Funkenentladung von den Elektroden ausgesandt wird, zu messen. Für Cu findet er 14 m/sek.

Hemsaalech hat auch in den letzten Jahren eine ganze Anzahl von Versuchen mit dem elektrischen Widerstandsofen gemacht¹⁾, wobei er anfangs von der Röhrenform ausgeht, schließlich zu einer einzelnen Platte kommt, auf welche die Metalle gelegt werden. Es finden sich dabei auch zahlreiche Bemerkungen über Cu, von welchem er anfangs²⁾ keine spektrale Reaktion erhält, während die Platte ihm Linien und Banden (Hauptkante 5536) gibt. Es ist hier nicht der Ort, ausführlicher auf diese Arbeiten einzugehen, da Hemsaalech sie wesentlich benutzt, um die Erzeugung des Lichtes im Ofen zu ergründen. Er meint im Gegensatz zu King, daß elektrische und chemische Anregung die Hauptrolle spielt, die hohe Temperatur nur eine geringe. King [170] vertritt, wie mir scheint mit Recht, den entgegengesetzten Standpunkt.

Auch nur erwähnt sei eine interessante Abhandlung von Hagenbach [115], in welcher er die Charakteristik des Kupferbogens untersucht und findet, daß derselbe in sechs verschiedenen Formen brennen könne. Er macht dabei auch auf die starken Banden im Rot und Orange aufmerksam, die namentlich in der Aureole auftreten. Man vergleiche hierzu auch [175].

Daß im Kupferbogen gewisse Banden besonders stark auftreten, zeigt Konen [138]. Man findet regelmäßig die Cyan-Banden (auf den Grund ihres Erscheinens soll hier nicht eingegangen werden. Vergl. p. 133) sowie die zweite und dritte Gruppe der positiven Stickstoffbanden. Im Ultrarot erscheinen regelmäßig einige starke Sauerstofftriplets, wie Meggers nachweist [166]. — Janicki und Seeliger [159] benutzen Glühkathode und Glimmstrom, finden besonders scharfe Linien in der positiven Säule. — Strutt [197] läßt aus einer Bogenentladung einen Dampfstrahl in ein Vakuum eintreten, findet in demselben ein Nachleuchten, wie es oft an Quecksilberdampfstrahlen beobachtet worden ist, vermutlich von aktivem Stickstoff. — Ramsauer und Wolf [192] machen angenäherte Messungen der Dauer des Nachleuchtens der Dämpfe im erlöschenden Bogen, finden die Reihenfolge des Nachleuchtens: 511, 570, 578, 515, 522, in abnehmender Richtung. — Moore [193] benutzt schwachen Strom, hohe Spannung, variiert die Stromstärke und unterscheidet fünf durch die Zahl der Linien unterschiedene Leuchtstadien. Bei

1) Die Arbeiten stehen: Phil. Mag. (6) 34 p. 209—230 (1918); Phil. Mag. (6) 36 p. 209 bis 230, 281—296 (1918); Phil. Mag. (6) 39 p. 241—285 (1920); Phil. Mag. (6) 40 p. 296 bis 315 (1920).

2) G. A. Hemsaalech, Phil. Mag. (6) 36 p. 281—296 (1918).

schwächstem Strom erscheinen 3274, 3247 (außerhalb der sichtbaren Bogen-
grenzen), 5106, 5782, 5700, sodann 5218, 5153, 4063, 4023, im dritten Stadium
4531, 4481, 4651. Diese Stadien werden in Beziehung zu den Klassen Kings
und zur Ionisation gesetzt. Endlich empfiehlt Angerer [196] den Kupferbogen
in Verbindung mit Zeiss'schem Liofilter als Lichtquelle für einigermaßen
homogenes ultraviolette Licht.

Der Serienbau des Kupferspektrums ist erst unvollkommen aufgeklärt.
Nur ein kleiner Bruchteil der gemessenen Linien fällt in das Paarsystem, das
ohne Zweifel vorhanden ist. Da insbesondere beim Kupferspektrum sehr leicht
Funkenlinien auftreten, und da die linienreichen Spektren des Ultraviolett, wie
sie häufig für Cu gemessen und beschrieben worden sind, sich vorzugsweise
in der Nähe der Kathode des Bogens finden, so dürften die bisher beschriebenen
Spektren Gemische von Funken und Bogenlinien darstellen, die bisher nur sehr
unvollständig getrennt sind. Eine experimentelle Trennung beider Spektren
dürfte auch für eine Analyse der Serien einen wesentlichen Fortschritt bringen.
Hierzu kommt, daß der Intensitätsabfall innerhalb der Serien ein sehr schneller
ist, so daß die höheren Glieder der Serien fehlen. Nach der Zerlegung im
Magnetfeld und aus anderen Gründen ist es wohl zweifellos, daß das starke
Paar 3274/47 das erste Glied der Hauptserie darstellt, wie schon Kayser
und Runge und Rydberg angenommen hatten. Auch die beiden Nebenserien
sind schon durch jene ersten Untersuchungen bestimmt. Randall [116] hat
dann die zweite Nebenserie vervollständigt, ferner Linien der Bergmannserie
und eine Reihe von Kombinationslinien gegeben, darunter einige Linien mit
einem unbestimmten Term x . Dunz [122] hat die Terme und Grenzen neu
berechnet und mit den Kombinationen in seinem bekannten Buche zusammen-
gestellt, dessen Angaben Frommel [184] reproduziert. Eine große Zahl von
Paaren mit konstanten Differenzen sind in älterer Zeit von Rydberg [61], in
neuerer von Huppers [151] angegeben worden. Allein die Bedeutung dieser
Differenzen ist noch ungeklärt. Einmal zeigen sie erhebliche Abweichungen
gegen die Konstanz, die ihre Realität zweifelhaft machen, und dann umfassen
sie, wie Fowler [201] mit Recht bemerkt, unzweifelhafte Funkenlinien neben
anscheinenden Bogenlinien. Hicks hat sich wiederholt und eingehend [141,
145, bes. 177] mit dem Bau des Kupferspektrums beschäftigt und versucht,
trotz der Schwäche oder des Fehlens der höheren Glieder der Serien diese
vollständig und genau zu berechnen und nachzuweisen. Hierbei nimmt er auch
gewisse Summationsserien sowie andere bisher nur von ihm bestätigte Gesetz-
mäßigkeiten an. Mit Fowler [201] und aus den gleichen Gründen wie dieser
möchte ich die Berechnungen von Hicks als zweifelhaft bezeichnen. Denn
die aus den Hickschen Formeln berechneten Linien stimmen z. B. in einem
Falle nicht mit den beobachteten Werten, in anderen Fällen ist nur eine Kom-
ponente der Paare anzufinden und außerdem müssen Funkenlinien heran-
gezogen werden. Ähnliches gilt von den berechneten Zusammenhängen mit
dem Atomgewicht. In seinem Buche [205] gibt Hicks eine systematische Zu-

sammenstellung aller Berechnungen für das Cu-Spektrum, mit neuen Werten für die Serienkonstanten und die von Hicks gefundenen neuen Gesetzmäßigkeiten. Hier kann nur darauf hingewiesen werden. In der Tabelle habe ich mich damit begnügt, die sicher nachgewiesenen Linien der vier Serien und einige Kombinationen etwa in dem Umfange wie bei Dunz anzugeben. Die Zahlen sind jedoch etwas andere, als bei Dunz, und schließen sich an die neueren Werte von Fowler an, der sich auf die neuen Wellenlängenmessungen stützt. — Saha [185] und Russel [204] behandeln das Auftreten der Kupferlinien im Sonnenspektrum vom Standpunkt der Ionisationstheorie aus. Es finden sich nur die beiden Linien 3247 und 3274, keine Linien der Nebenserien¹⁾.

Bandenspektren.

In Band V ist zunächst ein Bandenspektrum beschrieben, von dem es strittig war und ist, ob es zu Kupfer oder zu seinem Oxyd gehört. Zu denen, die für metallischen Ursprung eintreten, gehört King [111], da das Spektrum im Bogen in Wasserstoffatmosphäre sichtbar ist. Freilich scheint es nicht sicher, ob King das gewöhnliche Spektrum gesehen hat. Die bisher vorliegenden Messungen sind so ungenügend und sich widersprechend, daß nur einzelne wenige Banden gesichert erscheinen.

Die ausführlichsten Angaben macht Hertenstein [132], welcher die Banden in der Aurrole mißt zwischen λ 6547 und λ 4005. Eine ebenso umfangreiche Tabelle liefert Harnack [123] von Kupferoxydul in der Sauerstoffflamme; er gibt das Stück λ 3999 bis λ 3428, aber in gänzlich unbrauchbarer Form. Es wird ein Haufen Zahlen mitgeteilt, von denen man nicht weiß, ob es Kanten, Einzellinien, Liniengruppen sind. Nur fünf Zahlen werden als Kanten bezeichnet, drei weitere als zweifelhafte Kanten²⁾. Eine solche Tabelle ist daher nutzlos, und ich reproduziere sie daher hier nicht; die veröffentlichte Photographie zeigt allerdings, daß die Schuld der Unklarheit an ihr liegt. Harnack gibt auch bei langen Wellen noch vier Kanten, und zwei zweifelhafte, die zwar mit Hertenstein schlecht stimmen, aber es doch wohl zweifellos machen, daß es sich um dasselbe Spektrum handle.

Ferner finden sich bei Eder und Valenta [114] und in dem Text zum Atlas [126] mancherlei Angaben über Banden, die als Oxydbanden bezeichnet werden, und die im Bogen und in der Flamme photographiert und gemessen sind. Betrachtet man die schönen Photographien im Atlas, so überzeugt man

1) Während der Korrektur erschien das Buch von Paschen und Back [209].

2) Ich möchte hier noch auf folgendes aufmerksam machen. Harnack bezeichnet seine Kanten als KV oder KR. Nach dem gewöhnlichen Usus (z. B. bei Exner u. Haschek) bedeutet das: Kante einer nach Violett oder nach Rot abschattierten Bande, und so würde es daher jeder Spektroskopiker verstehen. Bei der Erklärung seiner Zeichen sagt Harnack: „KR = Kante nach Rot.“ Wenn man einmal mißtrauisch geworden ist, wird man verstehen, was er darunter meint: „nach Rot liegende Kante einer Bande“, d. h. die Bande läuft nach Violett. So ist die Bezeichnung bei Harnack gerade im entgegengesetzten Sinne gebraucht, als gewöhnlich, ein großer Übelstand.

sich, daß im Rot ganz sicher nur zwei Doppelkanten sind, 6046 und 6059, 6147 und 6162, die nach Rot abgeschattiert sind, und ferner höchst eigentümlich gebaute Gruppen zwischen λ 4200 und λ 4700, die absolut anders aussehen, offenbar mit den roten Kanten nichts zu tun haben. Vielleicht ist letztere Gruppe dem Oxyd zuzuschreiben, die Banden nach Rot — die Hertenstein durch das ganze sichtbare Spektrum verfolgt — dem Metall selbst. — Auch King [111] gibt einige Kanten an, die sich einigermaßen Hertenstein anpassen.

Heurlinger [167] benutzt die älteren Messungen von Lanzrath, um die beiden stärksten Banden 4279 und 4005 zu berechnen: er gibt die Formel: $\nu = 23310.1 + 14.6m - 1.05m^2$ für die erste und $\nu = 24921.0 + 14.3m - 1.32m^2$ für die zweite Bande.

Frerichs¹⁾ hat die Banden des Kupfers und seiner Halogenverbindungen in der Aureole des Bogens und in der Flamme photographiert, bei großer Dispersion (zweite Ordnung eines großen Gitters) ausgemessen und photometriert. Aus den Resultaten seien einige Proben gegeben. Kupferoxyd liefert im Bogen drei besonders intensive Banden, die vermutlich dem Metall angehören, da sie auch im Vakuumbogen des Metalls erscheinen. Eine Kante liegt bei 4687.28. Sie bezeichnet eine unscharfe, auch bei der angewandten Dispersion noch nicht aufgelöste Bande. Eine zweite Kante liegt bei 4451.85. Von ihr gilt das gleiche. Die Kante 4279.60 bezeichnet eine aus scharfen Linien bestehende Bande, die bis zur Kante aufgelöst ist. Sie ist nach Rot abgeschattiert, hat einen +- und einen --Zweig, die Nulllinie bei 4288.2. Der positive Zweig läßt sich 22 Glieder weit verfolgen, der negative 26 Glieder weit. Die Angaben der folgenden Tabelle früherer Messungen sind mit Vorsicht aufzunehmen, da die Bestimmungen sich auf Aufnahmen mit geringer Dispersion stützen, bei denen bekanntlich durch Verkürzung der Strecken, innerhalb derer der Intensitätsabfall stattfindet, Kanten und Grenzen vorgetäuscht werden, die bei größerer Dispersion verschwinden.

Die folgende Tabelle bringt die Zahlen.

Hertenstein		King	Eder u. Valenta
[132]		[111]	[126]
4005	(1) Beginn einer Bde. R	4005	4007
4280	(4) " " " "	4280	4280
4452.5	(8)	—	bis
57.8	(8) K R	—	
64.8	(7)	—	4465
76.2	(4)	4499	
4511.8	(4)	—	
18.4	(5) diffuse Bande mit	—	
25.4	(5) 4 Linien	—	
31.7	(6)	—	
68.8	(4) Bd. R	4547	
84.8	(6) " R	98	

1) Nach unpublizierten Messungen aus dem Bonner Institut.

Hertenstein		King	Eder u. Valenta	Harnack
[132]		[111]	[126]	[123]
4638.6 (5)	Bd. R	4649		
484.2 (5)		89		
97.2 (5)	" R?			
4712.1 (7)				
20.8 (7)	K R			
71.1 (6)	1 K R			
80.6 (4)	2 K R			
4828.6 (4)	1 K R			
86.8 (4)	2 K R			
447 (1)	3 K R			
64.8 (5)	1 K R			
63.7 (5)	2 K			
78 (2)	3 K			
84 (5)	1 K R			
94.7 (3)	2 K			
4904.1 (1)	3 K			
17.16 (5)	K R			
5038.6 (1)	K R			
71.2 (2)	K R			
5287 (5)	K V		5200	
41.6 (5)	K R			
84 (3)	Max. Bd.		bis	
5847 (4)	K R?			
5641 (5)	1 K R			
58.6 (3)	2 K		5600	
5860 (5)	Max. Bd. R			
5960 (5)	" " R			
6016.2 (9)	1 K R		6045.42	1
			46.16	1
60.5 (9)	2 K		59.86	3
			61.42	3
6148.3 (10)	1 K R		6147.68	3
			48.58	3
62.8 (10)	2 K		62.17	2
			63.80	3
6282.8 (1)	1 K R		6283.63	2
96.5 (8)	2 K		94.5	2
6340.9 (8)			6376	1
6408.5 (2)			6400	1
6547.4	2 K R			6427

Für das Spektrum des Kupferchlorids waren in Band V nur die Messungen von Derichsweiler und Kien vorhanden. Jetzt sind solche von Eder und Valenta [126], von Harnack [123], von Pollock [129] und von Strutt und Fowler [130] hinzugekommen. Eder und Valenta erzeugen das Spektrum durch Einbringen in gewöhnliche Sauerstoffflammen; dann ist es natürlich gemischt mit den anderen Banden, mögen sie dem Oxyd oder dem Metall angehören. Harnack bringt die Chlorsalze in die Chlorflamme; sein Spektrum sollte also besonders rein und zuverlässig sein. Pollock findet die

Banden in einem Geißlerrohr, in dem das Chlorid erhitzt ist, ohne Flasche. — Ganz eigentümlich ist die Erzeugung bei Strutt und Fowler. Strutt (130) läßt aktiven Stickstoff auf das Chlorid treffen: das dabei entstehende Licht gibt die Banden, welche er dann mit Fowler zusammen etwas näher untersucht. Sie bemerken, daß ihre Banden wahrscheinlich eine Fortsetzung der von Kien gemessenen Banden seien. In der Tat scheint es sich um dessen Serie I zu handeln.

Die Zahlen der verschiedenen Beobachter stimmen wieder nur sehr mäßig überein. Das wird niemand wundern, der die eigentümliche Abschattierung dieser Banden kennt. Man sehe die Photographien im Handbuch Bd. V, Taf. I. Bei Photographien in kleinerem Maßstab, wie im Atlas von Eder u. Valenta, Taf. II, sehen freilich die Banden besser aus.

Harnack	Strutt u. Fowler	Eder u. Valenta	Pollock	Kien
(128)	(130)	(126)	129	
	8740			
3788	85			
3889	885			
98	85	3900		
3985	8945	82		
4008	4010	4007		
20	—	—		4081?
59	—	4088		83?
89	80	—	4100	—
4128	—	4125	—	4114
59	4150	—	—	80
90	—	90	—	88
4218	—	4217	—	4217
59	—	59	—	59
80	—	82	—	79
4381	—	4388	—	4388
52	—	55	—	58
4410	—	4412	4416	4412
84	—	84	—	83
92	—	93	80	93
4521	—	4525	4539	4515
78	—	80	—	78
4611	—	4651	—	4618?
81	—	83	4651	84
4708	—	4710	4700	91
55	—	58	—	4757
91	—	87	—	89
4843	—	4847	—	4848
78	—	82	—	81
4943	—	4946	—	4960
80	—	82	—	82
5052	—	—	—	5080
91	—	—	—	91
5156	—	—	—	5150
5201	—	—	—	5202
58	—	5270	—	57

Harnack	Eder u. Valenta	Pollock	Kien
[128]	[126]	[129]	
		—	5324
		—	71
5404	5400	—	5434
97	90	—	80
	—	—	5590
5617	—	—	5679

In der Tabelle habe ich auch die Messungen von Kien noch einmal zum Vergleich abgedruckt. Man sieht, daß oberhalb λ 4257 die Übereinstimmung mit Harnack gänzlich aufhört, während Eder und Valenta noch übereinstimmen. Merkwürdig ist nur, daß die Zahlen von Kien sich den Bandenserien fügen, während es die andern natürlich nicht tun.

Auch für die Jod- und Brom-Verbindung des Cu waren früher nur Zahlen von Derichsweiler vorhanden, während jetzt Eder und Valenta in ihrem Atlas prachtvolle Abbildungen und Messungen geben, die mit Derichsweiler gut stimmen, aber nach Rot und Violett weiter reichen. Auch diese Spektren haben nach Rot abgeschattete Banden, das des Bromids ist dem Chlorid sehr ähnlich gebaut. Es folgen die Zahlen von Eder und Valenta.

Brom- und Jod-Verbindung des Cu.

Bromid	Jodid	Bromid (Frerichs)	
5130	5310		
21	5250		
5070	10		
34	5142	5040	I
4955	06	4955	I
4878	5075	4879	I
10	4760	11	II
4748	4685	—	
4651	80	—	
4580	4575	—	
18	23	—	
4482	4464	—	
42	08	—	
4398	4358	4400.17	II dopp.
75	23	4381.52	I u.
42	20	41.12	II
18	4240	20.46	I
4247	61	4283	II u.
62	13	62.82	I
37	4172	—	
09	30	10.32	I u.
4158	4098	—	
09	—	—	
4070	—	—	

Hertenstein [132] findet, daß Kupferfluorid im Bogen eine besondere Bande liefert. Er gibt vier Zahlen: 4982.8, 4927.9, 4922.5, 4917.4. Es ist nicht zu ersehen, ob dies Kanten oder beliebige Einzellinien der Bande sind. Der Autor sagt, die Bande liege bei 4920 und laufe nach Violett, womit obige Zahlen nicht übereinstimmen. Andrade [144] bringt Kupfermetall in eine mit Chlor gespeiste und gespaltene Gasflamme und beobachtet die Verteilung der Bandenemission.

In jüngster Zeit hat wieder Frerichs¹⁾ das Spektrum der verschiedenen Kupferhalogenverbindungen sowohl in der Bogenaureole wie in der Flamme in der II. Ordnung eines großen Rowlandgitters photographiert und mit Registrierphotometer photometriert. Es zeigt sich, daß ähnlich wie bei anderen Verbindungsspektren die Spektren des Cu-Br, Cu-F, Cu-Br aus einer ungeheuren Zahl von Einzellinien bestehen, die auch unter den angegebenen Bedingungen nur in gewissen Teilen des Spektrums völlig aufgelöst sind. In diesen Teilen ist dann eine Auflösung in Serien möglich. Dadurch, daß diese Serien einen Gangunterschied und verschiedene Konstanten besitzen, entstehen Stellen, an denen die Linien sich häufen oder auseinander treten. Bei geringer Dispersion fließen diese Stellen zu scheinbaren Maxima und Minima zusammen. Auch kann von einer Definition der Kanten bei den meisten Banden nicht die Rede sein, so daß bei großer Auflösung das Bild der Spektren wiederum völlig verschieden ist von dem Aussehen der Tafel I in Bd. V. So ist ein Vergleich mit den Zahlen der Tabelle nicht möglich, die sich auf Beobachtungen bei geringer Dispersion beziehen. Für Einzelheiten muß auf die demnächstige Publikation verwiesen werden. Bei der Tabelle für das Spektrum des Kupferbromids sind einige Zahlen beigelegt, da diese Banden auch bei großer Dispersion alle unaufgelöst sind. Die Kanten ordnen sich in zwei Serien, die mit I und II bezeichnet sind.

1) Unpublizierte Messungen.

DENEBIUM (= De).

Literatur.

J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Cassiopeiums, Aldebaraniums, Erbiums und des in weitere Elemente gespaltenen Thuliums. Wien. Ber. 124 IIa p. 707—828 (1915).

Auer von Welsbach hatte gefunden, daß Thulium noch zusammengesetzt sei, und hatte zunächst drei Komponenten als Tu I, Tu II, Tu III bezeichnet, welche aber von ihm nur durch je einige Funkenlinien charakterisiert worden waren (man vgl. Bd. VI p. 724 dieses Handbuchs). Eder hat nun die Verhältnisse zu klären versucht und mit unermüdlichem Fleiß eine ganze Reihe der Fraktionen Auers in ihren Bogenspektren untersucht. Er kommt auf Grund dieser außerordentlich linienreichen Spektren — in einem mißt er 4000 Linien — und der von Fraktion zu Fraktion sich ändernden Intensität auch zu der Annahme, daß im alten Thulium wenigstens drei verschiedene Elemente gemischt sind, welche er als Neo-Thulium (= Nt), Dubhium (= Du) — nach dem Stern Dubhe im Großen Bären — und Denebium (= De) — nach dem Stern Deneb im Schwan — im Einvernehmen mit Auer benennt. Diese drei Elemente sind vorläufig wieder nur durch eine Anzahl von Bogenlinien charakterisiert, die sich in besonderer Weise verhalten; das gibt also natürlich keine Garantie, daß diese Liniengruppen wirklich von je einem Elemente herrühren.

Wie diese drei Elemente sich zu Auers Tu I, II und III verhalten, ist ebenfalls unbekannt, da eben die einen durch Bogenspektren, die andern durch Funkenpektren charakterisiert sind. Vielleicht ist Auers Tu II = Nt, Tu III = Du.

Eder gibt als wahrscheinliche Linien des De folgende an:

7698.85 (2)	5582.00 (2) Ny?	4931.92 (1)	4650.05 (3)
7187.06 (1)	24.55 (1)	12.38 (2)	46.88 (3)
6776.76 (2)	05.47 (2)	4837.45 (2)	4593.32 (1)
67.55 (2)	5390.75 (2) Ny?	20.25 (1)	90.82 (2)
6150.62 (1)	69.86 (2) Ny?	4751.77 (1)	89.24 (3)
6048.85 (1)	5191.08 (2)	20.77 (2)	82.87 (6)
5958.70 (1)	14.02 (1)	04.87 (1)	67.85 (2)
5755.91 (1)	5074.34 (3) Ny? Nt?	02.35 (1)	84.01 (3) Ny?
49.90 (1)	4969.14 (1)	4684.28 (2)	53.55 (1)
5689.92 (1)	87.01 (1)	51.62 (1)	83.48 (2)

4589.87 (3)	3698.58 (2) Ny? Nt?	3483.98 (1)	3188.65 (2) Ny?
18.84 (2)	77.95 (8)	60.25 (2)	55.77 (2) Ny? Tu?
4488.28 (2)	75.04 (3) Ny?	60.24 (4)	53.85 (2) Ny? Tu?
72.89 (1)	78.12 (2)	59.68 (1)	51.74 (2) Ny? Tu?
80.21 (3)	71.18 (1)	58.67 (4)	27.81 (1)
29.24 (1)	70.68 (1)	56.40 (1)	25.99 (1)
11.08 (2)	69.70 (5)	52.96 (3)	16.69 (2) Ny?
4398.91 (2)	68.01 (2)	38.80 (4)	01.72 (2) Ny?
52.91 (3)	56.26 (1)	22.44 (1)	3008.54 (2) Ny? Tu?
12.85 (1)	55.70 (4) Ny?	20.85 (2)	98.86 (3) Ny? Tu?
09.81 (3)	54.87 (1)	04.10 (1)	101.89 (3)
00.95 (2)	44.20 (1)	02.25 (1)	81.12 (2) Nt?
4277.72 (3) Ny?	39.48 (3)	3397.51 (3)	37.81 (1)
51.48 (2)	39.01 (2)	91.09 (1)	26.89 (2)?
32.02 (4)	29.91 (1)	89.46 (1)	15.80 (2) Nt?
10.88 (2)	21.74 (1)	85.01 (2)	2005.04 (2) Ny? Tu?
4174.58 (3)	18.76 (1)	84.68 (1)	84.00 (2) Ny? Tu?
49.07 (4) Nt?	18.00 (1)	82.54 (2)	82.50 (1)
19.26 (2)	18.08 (1)	79.76 (1)	68.43 (1)
08.84 (3)	3591.22 (3)	78.58 (2 u)	2801.39 (5)
4089.70 (4)	67.84 (2)	65.06 (2)	55.99 (1)
49.86 (1)	58.52 (2)	59.21 (1)	2794.72 (2)
07.97 (1) Ny?	36.56 (5)	47.54 (1)	85.07 (1)
07.36 (2) Ny?	25.02 (2)	19.41 (2)	80.18 (2)
3996.52 (3) Nt? Du?	23.70 (1)	3299.49 (1)	2671.94 (2)
98.74 (1)	23.12 (1)	91.00 (3) Ny?	47.41 (1)
90.89 (4)	19.80 (1)	58.10 (2)	2574.50 (1)
3798.18 (2)	15.85 (1)	47.45 (2) Ny? Tu?	73.18 (1)
74.80 (1)	12.66 (2)	41.52 (3) Ny? Tu?	61.65 (2)
19.69 (2)	11.27 (2)	40.22 (3) Ny? Tu?	52.72 (2)
15.40 (1)	04.00 (2)	27.45 (1)	38.68 (3) Ny?
14.17 (1)	00.88 (2)	07.78 (2)	12.06 (2)
10.80 (2)	3499.42 (2)	06.88 (3)	2488.14 (1)
3699.45 (3)	86.43 (3)	01.15 (3) Ny?	2396.04 (2)

DUBHIUM.

Literatur.

1. J. M. Eder. Das Bogenspektrum des Cassiopeiums, Aldebaraniums, Erbiums und des in weitere Elemente gespaltenen Thuliums. Wien. Ber. 124 IIa p. 707—828 (1915).

2. J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Yttriums, des Erbiums und ihrer Zwischenfraktionen. Wien. Ber. 125 IIa p. 383—491 (1916).

Dieses problematische Element wird von Eder für eine Komponente des Thulium gehalten. Man vergleiche das bei Denebium Gesagte.

Eder gibt in der Abhandlung [1] ein Verzeichnis der zu Du gerechneten Linien; in [2] nimmt er eine der genannten Linien zurück; sie ist daher in folgender Liste nicht enthalten.

7558.29 (5) P	4204.02 (1) Nt?	3559.86 (3)	3181.89 (8)
7272.63 (1) Nt?	4199.92 (1) Nt? De?	58.69 (2)	81.66 (8)
6779.86 (8)	90.70 (3)	54.30 (3)	3158.98 (1)
68.94 (3)	42.91 (2) Y?	58.19 (3)	49.14 (2)
21.86 (3) P	38.37 (3) Y Nt?	52.73 (1)	48.49 (1)
6692.90 (2) P	4091.80 (1) Er?	48.24 (2)	35.26 (1) Nt?
37.59 (2) Er?	83.05 (1)	47.53 (2)	3019.76 (2) Nt? Er?
6519.74 (2)	55.81 (1) P Nt?	45.85 (3)	15.31 (3) Nt? Er?
6430.89 (3)	25.57 (2) P	00.57 (1)	08.91 (1)
6352.63 (3)	3996.52 (2)	3485.87 (4) P	2989.48 (1)
6181.37 (3)	73.08 (2)	74.18 (2)	59.62 (1)
75.27 (3)	49.30 (2)	69.13 (1)	25.88 (1)
31.55 (3)	3719.82 (4)	61.21 (2) Nt?	16.47 (1)
5971.24 (4)	06.52 (2)	38.84 (2) P	13.98 (1)
35.95 (3)	04.84 (4)	34.65 (3) Nt?	2861.72 (1)
5675.88 (10)	08.29 (2)	12.62 (3)	54.10 (1)
58.29 (4)	01.40 (6)	07.91 (1) P	44.87 (2) Nt?
45.87 (2)	2881.02 (1)	3343.70 (3)	27.92 (3)
5585.99 (4)	69.00 (4) P	41.87 (3)	27.02 (1)
5891.98 (3)	64.45 (4)	28.21 (4) Nt? Er?	14.44 (1)
46.46 (4) Nt?	62.02 (3)	3291.02 (3) Nt? Ny?	2786.16 (1)
06.86 (4)	60.78 (3)	35.82 (3)	58.69 (1)
5084.70 (2)	59.58 (3)	69.42 (3)	44.05 (1)
4868.97 (2) Nt? De?	50.34 (4)	66.66 (4) P	2697.49 (1)
4851.90 (2) Nt?	45.92 (5)	64.80 (5)	60.10 (2)
55.10 (3) Nt?	38.53 (4) P	58.07 (3)	58.49 (1)
34.28 (2)	33.24 (3)	51.83 (3)	24.32 (3) Nt?
25.13 (3)	32.76 (2) P	47.50 (5) P	07.08 (3) Nt?
15.92 (2) Du? Er? Nt?	28.63 (2)	45.88 (3) Nt?	2588.29 (3) P
04.85 (1) Nt?	28.03 (3)	44.07 (1)	68.89 (1)
4596.73 (3)	16.59 (5) P	41.55 (4) P	61.65 (2)
48.59 (3)	12.49 (3)	40.24 (3) Nt? Ny?	42.70 (1)
4481.27 (2) Nt? Er?	08.85 (5) Nt? Er?	30.60 (5)	27.43 (1)
54.06 (2) Nt?	3580.51 (4) P	30.18 (3)	2481.14 (1)
4859.98 (3) P Er? Nt? Ny?	68.68 (3)	08.44 (3)	45.49 (1)
18.40 (3) Nt?	68.87 (3) P Nt? Ny?	3195.85 (3) Nt?	40.70 (1)

DYSPROSIUM ($\text{Dy} = 162.5, Z = 66$).

Literatur.

- [13] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa, p. 9–41 (1910).
- [14] F. Exner und E. Haschek, Zur Spektroskopie der seltenen Erden. Wien. Ber. 119 IIa, p. 771–778 (1910).
- [15] L. Brunninghans, Recherches sur la phosphorescence. Ann. chim. et phys. 8 21 p. 210–288 (1910).
- [16] A. D. Ross, On the detection of the element dysprosium in the solar chromosphere. Monthly Not. 71 p. 671–673 (1911).
- [17] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck Leipzig und Wien bei Deuticke. 2. Aufl. Bd. II und III, 1911, 1912.
- [18] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of comparatively rare salts... Americ. chem. J. 47 p. 27–85 (1912). Siehe p. 50.
- [19] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).
- [20] E. Paulson, Constant differences in line-spectra. Astrophys. J. 40 p. 208–310 1914.
- [21] Manne Siegbahn und Einar Friman, Über einen Vakuumspektrophon zur Aufnahme von Hochfrequenzspektren... Phys. Zs. 17 p. 176–178 1916.
- [22] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497–499 (1916). Dissert. Lund 49 pp. 1916.
- [23] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioakt. 18 p. 298–341 (1916).
- [23a] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Dysprosiums. Wien. Ber. 127 IIa p. 1099 bis 1228 (1918).
- [24] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347–375 (1918).
- [25] M. Siegbahn u. E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. Phys. Zs. 20 p. 254–256 1919.
- [26] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. Diss. Lund 1919, 72 pp.
- [27] W. Duane and Takeo Shimizu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. Physic. Rev. 2, 14 p. 522–524 (1919).
- [28] F. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Elemente W bis Cu. Zs. für Phys. 3 p. 282–288 (1920).
- [29] F. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 7 p. 341 bis 350 (1921).
- [30] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturw. 10 p. 369–381 (1922).
- [31] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240–292 (1922).

Bisher lag nur eine Messung vor, welche von Eberhard an Material von Urbain ausgeführt worden war, das Bogenspektrum von $\lambda 4527$ an abwärts. Seitdem haben erst Eder und Valenta [13], den sichtbaren Teil des Bogenspektrums mit einem von Auer von Welsbach hergestellten Präparat aufgenommen, dann Exner und Haschek [14] das Bogen- und Funkenspektrum

desselben Materials. Endlich hat Eder [23a] das ganze Bogenspektrum zwischen λ 6998 und λ 2286 mit einem noch reineren Präparat von Auer gemessen. Der Vergleich mit den Eberhardschen Ergebnissen zeigt, daß es auch Urbain gelungen war die Erde sehr rein zu erhalten; das ist wichtig, weil mit ihr die Atomgewichtsbestimmung ausgeführt ist.

Das Spektrum ist ungeheuer linienreich: Die Tabelle von Eder enthält 4385 Linien, die des Bogens von Exner und Haschek 3312. Im übrigen stimmen alle genannten Messungen recht gut überein. Unter diesen Umständen wird es genügen, wenn ich nur die besten Zahlen, die letzte Messung von Eder, angebe. Aber um die Tabelle erheblich zu kürzen, lasse ich alle Linien von der Intensität 1 fort, und in dem linienreichsten Stück des Spektrums, zwischen λ 5000 und λ 3000 auch die von der Intensität 2. Es bleiben immer noch an 1500 Linien übrig, die mehr wie genügen, um das Element spektroskopisch zu charakterisieren.

6899.42 4	6472.02 3	6332.02 2	6208.00 2	6087.84 3	5983.17 2
59.08 4	65.60 3	31.09 3	06.29 2	63.50 2	29.68 2
36.61 6	60.86 3	29.17 2	03.98 3	58.21 4	27.91 3
6765.90 4	50.60 3	26.85 2	6199.20 3	50.00 2	24.58 3
67.68 2	44.17 2	23.21 3	96.28 4	44.47 2	22.40 2
47.98 3	43.72 3	20.42 2	89.73 3	38.68 2	16.70 2
1808 2	41.83 2	20.28 2	84.69 2	31.08 3	15.18 3
00.85 3	36.55 3	18.75 2	73.40 2	25.06 2	09.20 3
6670.22 2	35.64 3	17.24 3	70.47 2	23.63 2	07.09 2
67.98 6	34.96 2	00.45 2	68.48 6	21.68 2	08.38 2
61.72 4	32.97 2	6299.25 2	65.59 4	18.58 3	02.49 3
58.42 3	27.71 2	96.96 3	53.34 4	17.31 4	5897.68 2
54.23 3	27.30 3	95.78 2	51.43 2	13.83 2	95.97 3
48.41 4	21.94 6	96.48 3	50.85 3	10.86 5	93.28 3
25.50 2	18.47 3	91.87 4	44.01 2	09.87 2	90.02 3
14.97 2	02.35 4	88.96 2	38.30 2	08.96 4	87.54 2
11.85 2	6396.63 5	78.92 3	33.64 4	08.32 4	68.18 3
6594.22 3	90.88 2	73.02 2	27.15 3	00.95 3	64.04 3
91.74 2	88.41 2	71.16 7	26.49 3	5992.68 2	59.62 2
79.42 6	87.58 2	70.82 3	21.68 2	91.67 3	56.07 2
74.31 2	86.88 5	65.54 2	19.64 3	88.59 2	52.55 2
65.17 3	77.70 3	61.14 2	15.69 3	86.05 3	50.15 2
58.06 3	75.08 2	60.40 4	15.26 3	84.95 4	48.14 2
53.21 2	59.73 3	59.14 10	14.00 4	82.56 2	45.65 2
48.29 3	55.06 2	55.44 2	07.58 4	79.99 2	45.37 3
39.41 2	53.59 2	54.24 3	06.14 3	78.28 2	40.31 3
32.40 2	53.12 2	50.56 2	03.72 3	74.52 5	35.01 2
28.08 2	52.64 2	49.90 2	03.36 3	70.71 2	34.97 2
19.15 3	49.06 2	46.83 3	6099.61 3	70.18 2	33.94 2
19.10 2	48.33 2	39.25 2	90.88 3	66.52 3	32.08 3
6498.58 2	45.94 2	30.65 2	89.30 2	64.52 2	07.68 2
96.95 2	43.32 5	29.76 3	84.27 6	61.82 2	05.55 3
86.68 5	42.56 2	21.66 2	85.07 4	55.55 2	02.72 2
83.62 4	41.33 3	16.60 2	76.99 2	45.86 2	00.77 2
80.97 2	38.06 3	13.44 3	74.55 2	41.55 2	5789.29 2
74.93 3	36.78 2	12.70 4	73.78 2	36.59 2	87.24 2

5771.10	2	5684.71	2	5488.86	3	5310.98	2	5160.90	3	5027.85	4
66.97	3	29.75	2	70.94	2	12.04	2	60.07	3	27.00	2
61.86	2	27.49	4	77.24	3	11.88	6	66.74	2	24.51	3
58.81	3	24.97	2	72.61	2	10.08	2	65.25	4	23.90	3
58.25	2	22.48	2	71.90	3	09.03	5	61.32	2	22.12	4
54.28	2	20.58	2	69.12	3	01.50	5	60.12	2	20.11	2
53.67	3	18.46	2	60.61	3	00.30	2	47.16	2	17.90	3
50.50	3	13.24	4	58.11	2	5297.83	2	45.18	3	12.22	3
45.57	2	09.86	2	55.45	5	10.01	2	41.60	2	10.54	3
40.28	3	05.64	4	51.00	5	87.90	2	39.61	4	07.37	3
35.78	2	02.41	2	49.03	2	84.90	2	38.25	2	03.86	5
32.95	2	00.67	5	43.35	3	82.07	3	35.00	3	00.10	2
28.65	3	5598.26	2	36.66	2	70.71	3	31.97	3	4099.00	3
28.31	3	97.36	2	26.70	5	74.34	2	30.97	2	95.25	3
25.82	2	92.30	3	25.22	2	77.38	2	29.41	3	94.83	3
22.11	2	91.84	2	24.28	4	77.42	2	28.38	3	85.53	3
20.06	2	89.96	2	23.30	5	75.80	3	27.44	2	74.98	4
18.48	3	84.33	2	20.74	2	74.00	2	23.14	3	78.68	3
15.04	2	83.10	2	19.12	4	72.24	4	22.42	2	71.79	3
14.70	2	74.39	2	10.85	2	67.13	3	20.01	5	63.08	3
13.92	2	73.95	2	09.72	2	68.58	2	13.43	2	59.59	3
11.05	2	68.16	3	07.73	2	60.58	5	10.30	3	57.41	15
07.84	4	67.24	3	04.16 Fe y	4	59.91	3	07.98	4	53.38	3
02.91	4	66.32	3	5399.94	2	58.38	2	06.46	2	51.00	3
5699.40	3	65.56	2	95.57	4	55.04	2	06.31	3	42.84	3
98.73	3	64.12	2	92.04	3	50.78	2	02.33	3	36.81	3
95.90	3	62.49	3	91.24	2	49.63	2	5091.84	2	33.55	3
94.52	2	59.13	2	89.58	5	48.12	3	97.40	2	31.00	3
93.83	2	57.51	2	85.67	3	46.93	3	96.22	2	23.14	6
91.02	2	55.84	2	81.85	2	42.47	2	92.30	3	22.19	4
90.42	2	54.81	2	81.38	2	38.34	2	90.83	5	18.25	3
87.68	2	48.39	2	80.68	5	35.22	2	88.41	2	16.41	4
85.68	4	47.37	5	79.53	2	32.95	2	86.80	2	14.74	3
83.04	3	44.87	2	76.11	2	27.79	2	80.74	2	01.92	3
79.88	2	44.03	2	70.61	2	26.90	3	80.11	2	4099.24	4
73.83	2	43.15	2	69.28	2	21.96	3	77.04	3	97.12	3
77.71	4	42.28	2	68.19	3	20.40	3	71.68	2	95.84	3
73.02	2	38.99	2	56.15	3	15.40	2	70.56	2	93.69	4
71.87	4	35.26	3	52.14	3	14.36	3	65.57	2	90.12	3
70.82	2	34.37	2	48.36	2	12.40	2	63.38	2	89.31	5
66.44	3	32.10	2	43.57	2	06.86	2	61.56	2	88.06	3
65.61	2	30.58	2	40.30	3	05.69	3	56.20	2	84.51	3
64.36	2	23.04	4	37.42	3	5197.66	3	55.42	3	82.00	3
63.90	3	22.40	2	34.07	2	95.35	2	53.29	4	80.14	3
61.36	2	21.36	2	33.04	2	92.80	3	52.00	3	75.92	3
69.29	2	19.92	2	30.73	2	89.47	2	47.25	3	75.44	3
54.72	3	15.40	4	29.85	2	85.12	3	46.20	2	73.13	3
53.56	2	14.50	2	28.06	2	75.06	3	43.69	2	68.04	5
52.00	5	11.90	3	28.25	2	73.81	2	42.62	3	59.06	3
51.33	2	11.31	3	26.63	2	72.81	3	40.54	2	56.23	4
49.88	2	06.50	3	24.69	4	71.85	2	40.30	2	55.58	3
46.04	4	02.78	2	22.22	2	69.64	5	39.05	2	52.52	3
45.52	2	5496.83	3	21.69	3	66.31	4	32.98	5	51.47	3
41.54	4	91.79	2	19.26	2	65.36	4	32.63	3	45.72	4
39.50	5	90.33	2	18.15	2	64.05	3	29.20	3	44.37	3

4843.73	3	4814.39	3	4508.11	3	4258.60	3	4124.65	5	4000.48	8
4840	3	92.73	3	06.96	3	58.10	3	19.33	3	3996.70	5
41.79	4	90.24	3	08.28	5	56.33	8	18.01	3	94.53	3
40.48	4	89.77	3	02.60	3	47.36	3	17.05	3	93.60	3
38.79	4	82.01	4	4499.26	3	45.92	5	13.05	3	91.32	4
32.43	5	81.01	3	96.41	3	43.43	3	11.34	8	90.34	3
30.48	3	75.81	3	84.37	4	39.82	4	05.97	3	88.90	3
29.69	4	72.50	3	80.68	3	34.83	3	05.05	3	86.05	3
28.95	5	68.20	3	68.16	5	32.02	4	03.88	3	84.24	3
26.57	3	67.79	3	55.49	5	25.14	6	03.34	8	83.67	5
25.00	5	64.68	4	53.61	5	22.21	4	4096.78	3	81.90	5
21.31	3	62.76	4	49.71	3	21.10	3	06.12	3	81.37	3
19.05	4	62.20	3	44.61	4	18.09	6	03.68	4	79.46	4
12.78	3	60.80	3	35.78	3	16.96	3	02.43	3	78.57	6
10.22	3	51.54	4	35.02	4	15.12	6	91.77	5	75.04	3
07.94	3	50.17	3	31.00	4	14.38	3	91.53	3	73.37	3
04.55	3	48.74	3	26.87	3	13.18	4	89.49	3	68.43	20
02.08	3	43.49	4	09.38	3	11.75	10	87.22	5	67.50	3
00.68	3	35.32	3	08.05	3	11.20	3	85.36	4	62.58	4
4798.43	3	31.51	3	4894.98	5	07.68	3	85.14	3	57.78	5
94.90	4	28.07	3	39.78	3	06.54	5	83.74	3	54.55	4
92.88	4	27.20	4	36.82	3	05.03	3	83.10	3	50.39	4
91.30	4	25.99	3	35.29	3	4199.00	3	79.27	3	50.38	3
86.94	5	24.10	5	34.30	3	97.93	3	77.93	10	46.92	3
85.31	3	22.34	3	75.33	5	95.22	3	77.35	3	44.70	10
84.90	3	20.02	4	74.30	5	94.85	3	73.15	5	38.04	4
81.88	3	17.35	3	74.27	5	91.60	5	68.70	3	38.00	3
81.05	3	14.82	3	66.73	4	90.90	3	65.39	3	37.16	3
76.80	3	12.27	3	64.28	3	86.78	3	60.58	3	36.69	3
74.80	3	08.04	3	61.39	3	83.64	6	57.40	3	36.03	3
71.95	3	4599.34	3	60.22	3	82.42	3	55.13	5	34.17	3
69.63	3	55.13	3	54.50	5	71.95	4	53.86	3	32.97	3
64.70	4	91.73	3	47.74	4	70.55	3	53.34	3	32.20	4
63.31	3	90.55	3	46.33	3	69.18	4	50.53	5	31.55	5
61.34	3	89.35	10	39.68	4	67.99	10	49.35	3	31.26	3
56.63	4	87.93	4	38.43	3	64.74	3	48.90	3	30.15	4
55.00	4	86.18	3	31.14	3	62.25	3	47.73	3	27.38	3
48.19	3	85.73	3	29.89	3	60.24	3	46.00	10	24.46	3
45.77	6	81.49	3	28.90	4	59.34	3	41.98	4	23.35	3
43.04	3	77.80	6	27.98	3	53.36	3	38.34	3	15.55	3
41.51	4	73.88	3	25.14	4	53.11	3	38.51	3	14.83	3
40.92	4	67.03	3	23.35	3	52.43	3	36.34	4	04.14	3
38.50	3	66.22	3	22.55	3	46.06	6	33.67	3	3898.54	6
34.42	3	65.10	4	13.90	3	45.59	3	32.44	3	92.37	3
31.35	10	57.36	3	11.92	3	43.10	5	28.37	4	91.90	3
28.91	5	55.23	3	08.67	5	41.49	6	27.79	3	58.02	3
27.14	5	50.90	3	02.72	3	39.56	3	24.45	3	46.99	3
26.32	3	50.01	3	02.57	3	38.54	3	23.70	3	46.39	3
24.20	3	45.35	3	4295.01	6	34.14	3	20.88	3	44.30	3
23.88	3	41.69	4	91.94	4	33.38	3	19.43	3	42.93	3
21.22	3	38.74	3	79.76	3	31.04	4	14.72	3	41.39	3
09.22	3	33.15	3	76.74	5	30.42	4	13.80	4	41.31	3
06.78	3	27.74	5	73.14	3	29.44	4	12.56	3	40.91	3
08.48	4	19.79	3	69.54	3	29.13	3	11.32	3	40.44	3
4696.73	4	16.94	4	67.90	3	28.29	3	10.03	3	39.30	3

8888.67	3	8677.00	3	8614.08	4	8551.12	3	8501.84	3	8480.31	3
88.49	6	77.26	3	13.01	3	50.20	8	01.46	4	88.101	4
82.92	3	76.56	3	12.75	3	49.25	4	8400.80	4	37.52	3
81.64	4	76.00	3	11.14	3	48.70	3	88.03	4	84.05	3
81.03	3	74.44	3	09.24	3	48.18	3	88.07	4	35.92	4
28.19	3	74.08	4	08.12	4	47.53	3	87.80	5	34.37	4
17.54	3	73.14	5	04.30	3	46.88	6	86.27	4	32.84	3
16.78	5	72.66	4	03.15	3	45.74	3	84.47	8	32.56	4
16.14	3	72.30	5	02.82	4	44.21	8	84.13	4	31.78	3
13.65	3	71.68	3	01.40	3	42.87	3	82.49	3	29.45	5
13.14	3	69.85	4	00.84	6	42.80	5	80.03	3	29.02	4
12.30	3	66.81	3	3508.27	4	41.80	3	88.07	4	28.40	3
09.84	4	65.20	3	97.95	3	41.29	3	88.27	3	26.47	3
09.06	3	64.96	3	98.49	3	40.07	4	87.50	4	25.85	3
06.24	6	64.01	4	98.05	4	39.02	3	87.21	3	25.05	5
04.12	4	61.75	3	95.04	4	38.84	3	86.14	3	23.82	3
01.88	3	61.28	3	93.15	3	38.50	5	85.80	4	23.25	4
3799.95	3	59.85	3	92.12	5	37.70	3	84.08	6	22.84	4
91.82	3	58.38	3	91.81	5	36.56	4	82.75	3	22.59	3
88.46	3	55.90	3	91.43	5	36.04	5	82.03	3	21.32	3
86.21	6	55.80	4	90.60	3	34.90	5	80.83	4	19.62	5
85.41	3	54.85	3	88.10	4	34.48	4	80.41	3	18.11	5
83.00	3	54.17	3	85.76	4	33.70	3	78.40	3	17.15	5
83.57	3	52.28	3	85.09	5	32.43	3	77.94	3	16.41	3
82.87	3	48.76	5	84.42	5	31.00	10	77.05	3	15.08	4
81.48	3	48.40	3	81.90	3	30.54	3	76.36	3	15.32	3
77.45	3	45.80	3	80.02	4	29.00	5	75.83	3	14.82	4
74.82	4	45.40	3	79.08	3	28.51	3	74.80	3	13.77	6
73.04	3	43.89	5	77.98	5	27.97	3	73.70	4	12.48	3
71.08	3	40.80	3	76.90	6	26.92	5	71.55	4	11.50	3
67.62	3	40.24	5	76.25	6	25.74	3	71.12	4	11.21	3
57.87	4	39.88	3	74.19	4	24.99	3	70.18	3	10.72	3
55.87	3	37.37	2	73.82	4	24.60	3	68.78	3	09.43	3
54.77	3	36.44	3	73.04	3	24.03	5	68.43	5	08.12	5
53.76	3	35.26	4	71.66	3	21.85	3	67.85	3	07.78	3
53.43	3	34.36	5	71.09	3	21.12	5	66.87	5	07.14	5
51.78	3	33.77	3	69.67	4	19.75	5	65.36	4	06.75	4
47.80	3	33.00	4	68.99	3	17.27	5	61.93	3	05.04	4
41.18	3	32.78	4	68.80	4	16.15	3	60.97	4	04.93	4
24.42	5	30.47	4	66.07	4	15.64	4	60.39	3	02.79	3
13.84	3	30.18	5	65.65	3	15.07	3	60.06	3	02.01	3
11.65	3	29.42	5	65.34	3	14.43	4	59.30	3	3899.33	3
10.08	3	27.40	3	64.18	4	12.92	6	58.99	3	98.35	3
01.82	3	26.78	3	63.67	6	11.69	3	56.57	5	93.57	3
00.59	3	25.71	3	63.13	6	11.00	3	54.36	6	96.17	3
3698.28	3	24.25	4	62.08	4	10.08	4	49.90	5	94.00	3
98.18	4	20.56	3	60.13	4	09.41	3	47.78	4	93.59	6
97.25	4	20.18	4	59.27	4	09.00	3	47.20	3	91.97	4
96.86	3	19.98	3	58.21	5	07.53	3	46.97	5	91.15	5
95.61	3	19.47	3	57.80	3	06.80	5	45.58	5	89.42	3
94.74	6	18.45	3	55.96	3	05.84	6	44.25	3	88.87	4
94.36	3	18.08	3	55.28	3	05.45	5	42.52	3	87.79	3
85.74	3	17.24	3	53.55	4	04.51	5	41.44	5	87.24	3
84.88	3	16.85	3	53.19	3	03.18	4	40.94	5	86.60	3
78.48	3	16.08	3	51.59	5	02.06	3	40.43	3	85.08	6

3381.66 3	3318.16 3	3298.73 4	3110.73 3	2906.39 3	2600.78 3
78.86 3	17.09 5	38.20 3	09.73 3	04.69 2	00.18 3
78.40 4	16.34 5	36.64 4	08.83 3	00.83 2	2598.93 2
78.20 3	13.29 3	35.87 5	03.23 3	2891.03 2	92.51 2
77.11 5	12.71 5	32.63 4	01.91 3	90.75 2	91.51 2
76.61 4	10.98 3	29.96 3	3095.71 3	85.51 2	85.35 2
76.34 4	08.87 6	29.35 3	82.51 3	84.29 2	79.98 2
76.01 3	08.18 4	28.97 3	73.55 3	81.09 2	78.86 2
75.75 3	05.48 5	26.37 3	71.92 3	77.90 3	72.50 2
74.28 3	03.17 3	26.00 5	66.98 3	76.42 2	71.22 2
72.75 3	02.47 3	25.07 3	63.85 4	62.63 2	66.23 2
71.76 5	3293.15 3	23.28 4	62.62 3	60.17 2	60.17 3
70.85 4	98.35 3	21.56 5	61.43 3	57.08 2	57.94 2
69.64 3	97.63 3	20.44 3	60.65 3	56.41 2	52.32 2
68.10 4	96.31 3	17.36 3	60.30 3	52.14 3	45.12 2
65.80 3	93.83 4	16.61 5	56.97 3	37.61 2	43.83 2
64.34 3	91.12 3	15.18 4	49.14 3	37.00 2	32.35 2
63.43 3	89.35 3	14.61 3	47.58 3	35.16 2	17.59 2
60.62 3	88.60 3	12.66 3	43.46 4	28.36 2	13.57 2
59.48 5	87.98 4	12.03 3	43.15 4	25.44 3	10.81 2
58.95 3	86.58 3	08.81 4	38.28 3	16.33 3	2490.62 2
58.60 4	84.37 3	07.10 3	25.61 3	11.42 2	35.09 2
58.25 4	82.78 5	06.38 3	16.98 3	10.84 2	30.92 2
56.21 4	81.63 3	3193.63 4	2993.10 2	02.70 2	71.40 2
55.07 3	80.06 4	87.65 3	92.40 2	01.89 2	60.00 2
53.57 5	79.67 3	86.35 3	91.60 2	00.84 3	55.16 2
52.70 5	79.49 3	84.75 3	91.43 2	2799.73 2	38.86 3
48.81 3	78.31 3	78.33 3	89.78 2	94.89 2	36.94 2
47.79 4	75.49 3	77.85 4	85.93 3	81.56 2	36.13 2
46.13 3	72.74 3	74.87 3	77.41 2	72.59 3	22.75 3
42.64 3	69.12 5	70.71 3	75.81 3	71.18 2	10.00 2
41.85 4	66.20 4	69.06 4	64.04 3	66.46 2	02.25 2
41.40 4	65.09 3	64.06 3	62.36 2	57.08 2	2892.12 2
41.00 5	60.70 3	62.79 4	57.74 2	55.73 3	37.36 2
39.49 4	60.01 3	58.49 3	53.70 3	52.13 2	32.80 2
35.83 3	57.34 3	52.35 3	52.10 2	49.38 2	31.93 3
34.43 3	56.27 4	51.87 3	50.30 2	40.72 2	73.33 2
34.13 4	52.21 3	46.13 3	43.80 3	2892.85 2	70.24 2
32.04 3	51.90 3	45.19 3	47.16 3	39.29 2	62.59 2
31.23 4	51.29 3	43.78 3	44.55 2	79.87 2	57.35 2
30.60 3	48.37 3	41.10 4	41.03 2	76.84 2	56.90 2
28.79 4	45.16 4	40.81 3	34.50 3	68.06 2	52.05 2
27.91 3	43.78 3	35.34 4	29.21 2	45.32 2	52.54 2
27.08 3	42.52 3	28.37 3	27.09 2	34.81 3	49.60 2
26.17 3	40.87 3	26.16 3	17.95 2	26.81 2	25.31 2
24.19 3	40.06 3	20.16 3	13.96 3	23.69 2	19.73 2
19.87 6	39.59 3	17.48 3	09.33 2	08.67 2	2286.86 1

Röntgengebiet (X.-E.)

Stenström

[24]

M

α

β

9509

9808

Röntgengebiet (X.-E.).

	Hjalmar [28]	Priman 22	
L			
α_2	1915.64	1916	$L_1 - M_2$
α_1	1904.60	1907	$L_1 - M_1$
β_4	1718	1721	
β_1	1706.68	1709	$L_2 - M_2$
β_3	1680	1683	
β_2	1619.75	1622	$L_1 - N_1$
γ_1	1487	1470	
γ_2	1419	1422	
γ_3	1415	1418	

Eberhard [12] hatte gemeint, ein Vergleich seiner Messungen mit denen Rowlands der Fraunhoferschen Linien beweiße sicher die Anwesenheit von Dy in der Sonne. Dieselbe Ansicht wiederholt dann Ross [16]. Eder kommt nun, nach Kenntnis des ganzen Spektrums dazu, zu sagen, man könne eher das Gegenteil behaupten. Wenn auch natürlich einige Linien zufällig nahezu koinzidieren, so fehlen ganz sicher in der Sonne die meisten stärkeren Linien des Dy.

Paulson [19, 20] untersucht die 25 stärksten Linien nach der Messung von Eberhard und findet einige Male die gleiche Schwingungsdifferenz. Die Wellenlängen und Schwingungsdifferenzen sind:

4111.50		4050.78	
4256.50	828.54	4078.28	136.67
3938.55		3978.70	
4108.45	828.89	4000.59	137.52
3944.88			
4078.11	828.48		

In der Literatur ist noch eine Abhandlung von Imen und Strong [18] angegeben, die das Absorptionsspektrum des Chlorids in Wasser, in Methyl- und Äthyl-Alkohol, und das des Nitrates in Wasser bespricht und schöne Photographien gibt. — Die Arbeit von Bruninghaus [15] bespricht mögliche Beziehungen zwischen Absorption und Phosphoreszenz und sei nur erwähnt.

Dy zeigt im Bogen auch ein Bandenspektrum, wenn auch nicht sehr deutlich. Eder beschreibt es in folgender Weise: Die erste Bande hat ihre Hauptkante bei 5693 und verläuft nach Rot; das Maximum der Helligkeit liegt bei 5742. Die zweite verwaschene Bande hat ihr Maximum bei der Kante 5404. Die dritte gut definierte Bande hat ihre Hauptkante bei 5263, die weiteren Kanten bei 5316, 5299, 5286, 5274. Eine andere Kante liegt bei 5248. Außer diesen nach Rot abgeschattigten Banden ist auch eine nach Violett abgeschattigte vorhanden mit Kante 5166. Die Kanten erscheinen besser mit dem Oxyd, als mit dem Chlorid, werden also vom Oxyd erzeugt.

Im Gebiet der Röntgenstrahlen haben Siegbahn und Friman [21, 22, 23] die ersten Messungen in der L-Reihe gemacht, Stenström [24, 26] in der M-Reihe.

Die Messungen in der L-Reihe sind dann von Hjalmar [28, 29] verbessert und vervollständigt worden. In der Tabelle p. 374 sind die Bezeichnungen nach Siegbahn [31] und Wentzel [30], letztere in der letzten Spalte gegeben. Als Absorptionsgrenze finden Siegbahn und Jönsson [25] 2294, Duane und Shimizu [27]: 2308 (K-Reihe).

EMANIUM.

Literatur.

[1] F. Giesel, Über den Emanationskörper Emanium). Ber. chem. Ges. 37 p. 1696 bis 1699 (1904).

[2] J. Hartmann, Über das Spektrum des Emaniumlichtes. Physik. Zs. 8 p. 570 bis 571 (1904).

Giesel hatte aus radioaktiven Körpern eine Substanz abgetrennt, die er für ein radioaktives Element hielt und Emanium nannte. Er glaubte, im Spektrum drei Linien zu finden. Hartmann erhält photographisch eine Linie 4885.4, die 19.7 A. E. breit ist; ferner einen schwachen kontinuierlichen Grund bis 3600, vielleicht bei 4760 noch eine Spur einer Linie. Optisch mißt er die beiden andern zu 5300 ± 6 und 5909 ± 10 .

EMANATION oder EXRADIO.

Literatur.

- [11] A. Debierne, Sur l'émanation du radium. C. R. 148 p. 1264—1267 (1909).
 [12] Sir E. Rutherford and T. Royds, The action of the radium emanation upon water. Phil. Mag. (6) 16 p. 812—818 (1908).
 [13] H. E. Watson, The spectrum of radium emanation. Proc. Roy. Soc. A. 83 p. 50—61 (1909).
 [14] R. W. Gray and Sir W. Ramsay, The density of Niton (radium emanation) and the disintegration theory. Proc. Roy. Soc. A. 84 p. 536—550 (1911).
 [15] H. Giebel, Spektrographische Beobachtungen der Nova Geminorum 2 am Bonner Refraktor. Astron. Nachr. 191 Nr. 4582 p. 393—404 (1912).
 [16] F. Küstner, Über die feinen scharfen Absorptionslinien im Spektrum der Nova Geminorum 2 vom Jahre 1912. Astron. Nachr. 194 Nr. 4654 p. 369—396 (1913).
 [17] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part V. The spectra of the monatomic gases. Phil. Trans. A. 220 p. 335—468 (1920).
 [18] R. S. Nyswander, S. C. Lind and R. B. Moore, The spectrum of radium emanation. Phys. Rev. 15 p. 239 (1920).

Die Kenntnis des Spektrums der Emanation hat geringe Fortschritte gemacht. Watson [13] hat eine neue Messung veröffentlicht; wie weit seine Genauigkeit reicht — er nimmt an 0.5 Å — ist schwer zu sagen, ebenso, ob das Spektrum frei von Verunreinigungen ist. Eine ganze Reihe der Linien, welche man nach Royds [9] für Xenon-Linien halten sollte, findet sich auch bei ihm. Übrigens bezweifelt Hicks [17] die Richtigkeit dieser Zuordnung. Es folge die Tabelle von Watson:

7057.	3	5546.8	0	4856.4	4	4578.0	8	4236.4	0	3981.75	9
8749.	0	5894.4	8	29.4	4	47.0	4d	24.2	4d	71.82	7
8827.	0	86.8	2	17.78	7	27.87	2	07.4	0	65.0	2
8805.	0	71.5	2	4797.8	2	13.4	1	08.27	10	57.82	8
8881.	1	63.0	2	93.2	2	08.00	6	4198.1	2	51.6	2
8909.	5	5255.0	1	85.8	0	08.52	3	87.97	4	81.97	2
8970.	0	88.0	0	68.77	7	4459.8	7	70.08	8	80.9	0
8924.	2	5194.9	0	52.4	1	39.6	3	66.48	10	27.1	0
8904.	0	19.5	3	32.2	1	34.4	5	60.57	1	04.9	0
8979.8	0	5084.66	10	21.8	5	02.9	1	14.62	6	8867.68	2
8977.4	3	45.0	4d	02.33	5	4392.6	1	4094.4	2		
44.9	2	88.3	1	4681.01	9	83.47	4	88.1	2		
5888.8	0	4991.7	0	58.8	0	71.69	5	73.9	1		
5765.2	1	4978.87	10	44.36	9	49.91	10	55.4	2		
18.1	8	58.0	2	25.66	10	35.0	1	51.1	2		
5883.0	0	50.2	4	09.70	7	07.57	10	39.5	2		
08.4	0	15.7	4	04.68	9	4296.7	1	38.9	0		
5582.60	8	4991.3	4	4586.2	1	80.5	1	17.92	7		

Debierne [11] sagt nur, er finde keine Abweichung gegen Rutherford und Royds. Nyswander, Lind und Moore [18] kündigen neue Messungen an, sie sind mir aber nicht zu Gesicht gekommen. — Gray und Ramsay [14] ermitteln die Dichte von Emanation zu 226.4. — Ramsay hatte behauptet, Emanation erzeuge aus Wasser Neon; das widerlegen Rutherford und Royds [12].

Hicks [17] findet gewisse Triplets und Stücke von Nebenserien und Kombinationen. Für die Einzelheiten muß auf das Original verwiesen werden.

Das Spektrum der Nova Geminorum 2 zeigt in einer Bonner Aufnahme eine große Anzahl feiner Absorptionslinien, die von Giebeler [15] gemessen wurden. Er glaubt, daß alle stärkeren Linien der Emanation darunter vertreten sind. Eine wohl genauere Messung und Diskussion durch Küstner [16] läßt diesen das Resultat stark bezweifeln.

ERBIUM (Er = 167.4, Z = 68).

Literatur.

- [15] K. A. Hofmann und A. Burger, Das Neo-Erbium. Ber. chem. Ges. 41 p. 308 bis 312 (1908).
- [16] K. A. Hofmann und G. Bugge, Das Spektrum von Neo-Erbiumoxyd und der Kirchhoffsche Satz. Ber. chem. Ges. 41 p. 3783—3789 (1908).
- [17] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Bogenspektren. Wien. Ber. 119 IIa p. 9—41 (1910).
- [18] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of various salts in solution and the effect of temperature on such spectra. Americ. chem. J. 43 p. 87—128 (1910).
- [19] F. Exner und E. Haschek, Zur Spektroskopie der seltenen Erden. Wien. Ber. 119 IIa p. 771—778 (1910).
- [20] H. C. Jones and W. W. Strong, The absorption spectra of various salts of Cobalt, Erbium... Americ. chem. J. 45 p. 113—159 (1912). Carnegie Publ. No. 180.
- [21] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.
- [22] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Leipzig u. Wien bei Deuticke, 2. Aufl. 1911 und 1912.
- [23] H. A. Pfund, Durch teilweise versilberte Platten erzeugte Interferenzstreifen und Absorptionsspektren im nahen Ultrarot. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 341—356 (1913).
- [24] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Lunds Univ. Årsskr. N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).
- [25] E. Paulson, Constant differences in line spectra. Astrophys. J. 40 p. 298 bis 310 (1914).
- [26] K. A. Hofmann und K. Hüschele, Das Magnesiumchlorid als Mineralisator mit einem Beitrag zur Spektroskopie der seltenen Erden. Ber. chem. Ges. 47 p. 288—247 (1914).
- [27] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Cassiopeiiums, Aldebaraniums, Erbiums... Wien. Ber. 124, IIa p. 707—828 (1915).
- [28] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Yttrium, des Erbiums, und ihrer Zwischenfraktionen. Wien. Ber. 125 IIa p. 383—491 (1916).
- [29] M. Siegbahn und E. Friman, Über einen Vakuumspektrographen... Physik. Zs. 17 p. 176—178 (1916).
- [30] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. Phil. Mag. (6) 32 p. 497—499 (1916).
- [31] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. Jahrb. Radioact. 18 p. 296—341 (1916).
- [32] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. Ann. d. Phys. (4) 57 p. 347—375 (1918).
- [33] W. Stenström, Experimentelle Untersuchungen der Röntgenspektren. Dissert. Lund 72 pp. 1919.
- [34] W. S. Mallory, The distribution of energy in the spectrum of Erbium oxide. Phys. Rev. (2) 14 p. 54—63 (1919).
- [35] E. Hjalmar, Präzisionsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. Zs. für Phys. 3 p. 262—286 (1920).

[86] H. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. *Zs. für Phys.* 7 p. 341 bis 350 (1921).

[87] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. *Jahrb. Radioakt.* 18 p. 240—292 (1922).

[88] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. *Naturwiss.* 10 p. 369—381 (1922).

Die alte Erbinerde ist als sehr zusammengesetzt gefunden worden: nachdem man aus ihr Yttrium, Thulium, Holmium ausgeschieden, nannte man den Rest zuerst Neo-Erbium, aber der Sprachgebrauch hat das Neo bald abgestreift, so daß heute kein Zweifel besteht, was gemeint ist, wenn man von Erbium spricht.

An Messungen lagen früher nur solche von Exner und Haschek im Bogen und Funken vor, die aber erst bei λ 4500 begannen. Inzwischen haben sie ihre Tabellen ausgedehnt bis λ 6972 [22]. Sie benutzen Material von Cleve und messen im Bogen 2321 Linien, darunter freilich eine ganze Reihe, die sie als fremde Linien erkennen. In [19] besprechen sie in verschiedenen seltenen Erden auftretende Verunreinigungen und suchen daraus neue Elemente zu finden. Diese Versuche sind wohl durch die späteren Messungen von Eder an reinerem Material überholt.

Sehr eingehend hat sich Eder mit Erbium beschäftigt. Zuerst mißt er mit Valenta zusammen [17] das Bogenspektrum zwischen λ 6865 und λ 5456. Dabei sowie im folgenden werden nur Präparate von Auer von Welsbach benutzt, die allmählich reiner werden. Dann folgt eine Messung von Eder allein [27], die eine Zwischenfraktion zwischen Erbium und Thulium betrifft. Das Spektrum enthält 1673 Linien zwischen λ 8017 und λ 2341. Dabei zeigt sich, daß eine Anzahl von Linien, die sonst im Erbium erscheinen, in dieser Fraktion eine ungewöhnliche Intensität besitzen, was auf ein besonderes noch im Erbium steckendes Element deutet. Eder nennt es vorläufig Erbium II und gibt eine Liste der betreffenden Linien.

In derselben Abhandlung gibt Eder eine zweite Tabelle für Er, aus Auers reinstem Material gewonnen; sie enthält über 2800 Linien zwischen λ 7987 und λ 2341.

Im folgenden Jahre setzt Eder [28] die Untersuchungen fort. Er gibt zunächst nach einer länger belichteten Aufnahme das Bogenspektrum zwischen λ 6880 und λ 4471; diese Tabelle enthält etwa 1780 Linien. Dann folgt eine Aufnahme eines yttriumhaltigen Erbiumpräparates, mit etwa 4000 Linien zwischen λ 6492 und λ 2326. Dabei zeigt sich, daß abermals eine Anzahl Linien unnormales Verhalten zeigen, und Eder meint, daß auch nach dieser Seite hin ein neues Element liege. Er nennt es vorläufig Er III und sammelt die Linien in einer Liste.

So haben wir also drei Tabellen für das ganze Spektrum, und von Eder allein noch eine für den langwelligen Teil. Ein Vergleich zeigt, daß sie sehr gut untereinander übereinstimmen, nur Differenzen von wenigen hundert A.

vorkommen. Der folgenden Tabelle habe ich die letzte Messung Eders zugrunde gelegt; nur für ein kleines Stück der längsten Wellen ist die Tabelle aus [27] hinzugenommen. Die Messungen des Bogens von Exner und Haschek führe ich nicht an; sie sind schon durch die Meßmethode ungenauer, und beruhen auf weniger reinem Material. Ich gebe aber wie bei allen so linienreichen Spektren nicht alle Linien, sondern es sind fortgelassen: im ganzen Spektrum die von der Intensität 1, und zwischen λ 4800 bis λ 2800 auch die von Intensität 2. Es bleiben immer noch über 1200 Linien. Exner und Haschek allein haben auch das Funkenspektrum gemessen; es stimmt bis λ 2800 fast völlig mit dem Bogenspektrum; von da an aber enthält es viel mehr Linien. Dieses Spektrum ist bereits in Bd V veröffentlicht, so daß es hier nicht wiederholt zu werden braucht.

Im Röntgengebiet haben Friman [30] und Siegbahn [29, 31] die ersten Messungen in der L-Reihe gemacht, die Hjalmar [35] dann wiederholt und verbessert hat [36]. Stenström [32, 33] hat Linien der M-Reihe gemessen. Die Zahlen sind am Schluß der Tabelle zusammengestellt und vorne mit der Bezeichnung Siegbahns [32], hinten mit derjenigen Wentzels [38] versehen.

Von den neuen Elementen Erbium II und Erbium III scheint namentlich das erstere recht zweifelhaft; trotzdem sollen die Listen folgen und zwar vollständig:

7987.73	2	6825.99	2	6460.27	3	6382.24	2	6115.88	2	5984.81	2
21.78	2	25.48	3	54.02	2	28.11	5	08.87	2	38.50	2
7797.42	2	6799.08	2	51.52	2	20.63	2	05.20	3	16.47	2
7680.00	3	96.03	3	41.31	5	19.17	2	6097.96	2	14.12	2
54.48	3	79.86	2	32.50	2	08.79	8	79.84	2	09.25	4
7469.46	5	76.14	2	25.55	2	6209.41	5	76.44	5	06.07	4
59.58	2	78.40	2	23.10	3	91.81	2	67.50	2	02.09	5
7362.59	2	68.94	2	18.88	2	38.61	2	63.20	2	5995.63	2
55.84	2	61.69	2	15.51	2	81.40	2	61.26	3	89.97	3
16.29	3	59.87	4	13.69	3	74.96	4	54.84	3	86.50	5
7196.99	2	22.76	3	10.88	2	71.68	3	48.13	3	81.14	5
95.25	2	21.98	4	05.43	2	68.86	3	45.65	3	72.35	4
45.18	2	07.86	3	05.54	2	67.94	3	39.67	2	55.84	5
35.69	3	6687.62	2	08.16	2	62.56	4	32.14	3	50.05	4
01.23	2	16.75	4	6899.79	2	49.50	2	22.56	4	42.67	2
7070.96	1	04.97	2	98.13	3	30.90	3	15.76	4	35.81	2
01.44	3	01.10	6	92.28	2	21.89	2	14.82	4	38.94	3
6994.89	3	6598.52	2	88.19	3	21.01	6	08.75	2	26.78	6
78.08	2	88.46	5	84.04	2	13.67	2	06.79	5	12.07	2
51.87	3	57.78	3	80.73	2	04.63	2	5989.88	2	08.13	2
44.95	3	56.31	3	75.57	2	6183.20	3	70.91	2	00.77	3
38.36	3	41.53	3	74.49	2	70.05	4	68.70	3	5791.12	4
26.08	3	22.90	2	72.09	2	62.19	2	66.76	2	88.91	2
6897.83	3	20.51	3	71.70	2	49.30	3	58.94	4	88.63	2
92.45	2	19.71	2	66.60	2	40.33	2	56.07	2	84.64	3
84.13	2	18.92	2	61.80	2	32.23	2	55.49	2	82.80	3
80.01	3	08.68	2	51.57	3	26.90	2	48.70	3	69.90	4
65.20	2	6485.87	2	47.17	4	25.32	3	46.86	2	62.79	5
48.11	4	81.77	2	40.66	2	16.00	3	37.20	3	57.61	5

5752.50	3	5523.16	2	5880.35	2	5257.01	4	5012.00	5	4858.47	5
48.64	3	18.75	3	77.79	2	57.46	3	35.94	3	57.42	5
40.80	2	18.12	3	76.69	3	55.33	6	28.30	5	53.11	4
39.17	5	16.82	2	68.85	4	53.38	2	28.33	3	51.64	4
38.42	3	16.00	2	67.76	3	50.38	2	24.29	3	48.83	6
26.96	2	14.78	3	60.98	2	48.67	3	17.65	2	47.65	2
19.58	3	13.40	2	52.21	2	47.71	2	13.70	2	45.64	2
17.82	2	09.91	2	50.44	3	46.10	4	08.97	4	42.98	2
17.47	3	05.67	3	48.03	4	43.52	3	07.25	5	42.04	4
10.89	4	03.78	2	46.93	2	39.68	2	00.98	4	40.46	2
5698.95	2	02.82	2	46.40	2	39.20	2	1005.93	2	38.67	2
95.55	2	01.81	2	46.02	2	37.75	2	12.36	2	36.20	2
94.87	2	5497.41	2	44.97	2	33.42	2	88.17	2	34.74	4
87.85	2	91.72	3	44.49	5	29.31	5	86.31	2	31.12	8
84.74	2	85.93	5	43.92	5	26.06	3	83.53	2	29.51	2
82.53	2	77.45	4	37.14	2	21.08	2	74.42	4	28.67	3
75.82	3	75.15	2	35.24	2	18.22	5	69.19	3	28.06	2
75.49	2	69.63	3	34.20	4	15.58	2	65.61	3	25.19	2
66.64	2	64.32	2	34.86	2	15.12	4	65.95	2	23.30	2
65.45	4	62.44	4	33.02	3	14.36	2	60.90	2	20.78	2
64.94	3	58.88	2	30.69	3	12.90	4	54.67	2	20.33	6
60.52	2	56.59	5	28.03	4	11.16	3	53.61	3	17.76	2
58.48	3	55.63	2	18.92	3	10.28	3	51.74	3	16.04	2
57.18	2	54.26	5	17.61	3	08.51	4	44.36	4	14.48	2
51.49	2	51.80	2	16.45	2	5191.60	2	41.82	2	09.72	2
40.34	2	48.23	3	15.27	2	48.90	5	38.84	2	08.70	2
39.40	3	45.66	3	13.92	2	33.52	2	35.68	3	06.00	3
32.57	3	44.62	2	11.89	2	30.56	2	34.12	3	04.21	2
31.40	3	42.74	2	10.08	3	29.48	2	28.87	3	02.33	2
28.52	4	39.83	2	07.10	3	23.74	3	27.35	2	4799.96	3
22.02	3	35.74	3	05.87	2	64.77	5	26.97	3	16.50	8
20.74	2	35.98	2	04.51	3	68.80	3	25.41	4	79.81	4
17.62	2	35.41	2	03.15	3	60.38	3	25.04	2	78.53	3
11.82	3	34.17	3	02.30	5	44.09	3	22.60	2	62.67	6
04.59	2	33.81	3	01.26	3	43.68	3	21.57	2	61.02	4
01.19	4	33.86	2	00.59	2	33.83	5	17.08	3	59.67	5
5594.79	2	33.47	3	5298.64	3	33.01	2	10.25	2	54.64	3
95.40	4	29.54	3	92.87	2	31.51	3	09.24	2	51.56	6
90.84	2	27.59	3	88.80	3	27.40	5	05.22	2	45.27	4
85.16	2	22.40	5	86.04	3	24.55	2	04.41	3	41.84	3
83.62	2	19.85	4	85.61	2	19.62	3	00.69	5	34.98	4
81.88	2	15.66	2	84.02	2	15.47	2	4094.15	4	33.30	3
76.88	2	14.83	6	82.65	3	01.03	2	96.96	3	31.61	6
72.48	2	14.18	3	79.83	5	5098.77	2	91.67	2	30.40	3
68.11	2	10.54	2	78.91	2	90.26	2	88.84	3	29.05	5
56.59	2	07.09	2	77.70	3	80.51	2	83.70	4	26.07	3
55.85	2	00.77	2	76.90	2	77.60	4	81.00	2	24.55	6
53.16	3	5395.87	6	76.08	4	72.83	2	79.49	4	23.26	3
51.50	2	88.72	3	73.86	3	70.84	3	74.32	4	22.72	5
40.73	2	86.18	3	72.89	4	69.40	2	72.49	4	22.04	3
36.26	2	85.61	3	70.54	2	58.67	2	72.00	5	21.09	3
33.64	2	84.98	2	65.01	3	52.67	2	70.44	2	18.70	5
32.85	2	84.13	2	64.47	3	45.99	3	64.60	2	17.30	3
29.30	2	83.41	2	61.40	2	44.90	3	63.80	2	15.04	3
27.54	2	82.13	3	60.26	2	43.86	3	61.60	5	13.05	3

4711.18	3	4544.83	4	4330.26	3	4155.38	3	4004.08	3	3874.14	3
10.20	3	42.20	4	28.80	3	54.52	3	3999.15	4	73.51	3
09.78	3	41.20	3	22.61	3	53.87	3	95.25	3	72.15	3
09.00	3	40.21	4	19.94	5	52.24	3	94.87	3	63.45	3
05.81	3	37.08	3	15.78	3	51.09	6	91.15	3	62.43	3
03.81	3	35.92	3	03.80	4	45.92	3	87.64	5	57.81	3
02.20	4	33.63	3	01.61	5	44.78	3	83.15	3	54.57	3
00.80	3	32.17	3	4298.90	5	44.28	3	81.20	4	50.67	3
4698.22	3	31.11	5	94.17	3	40.78	3	80.18	3	49.01	3
97.17	4	26.91	4	93.11	3	37.22	3	79.14	3	47.92	3
91.32	3	22.70	6	92.21	3	31.50	3	77.04	3	43.00	3
90.47	3	19.47	5	83.55	5	23.13	6	74.72	5	41.81	4
88.68	5	18.64	3	81.33	3	19.33	3	73.61	4	40.94	3
84.59	3	16.53	3	80.85	3	18.55	3	73.26	4	39.39	3
79.07	6	03.78	3	76.54	6	16.35	3	69.47	5	35.65	3
75.92	5	03.27	5	72.44	3	14.10	3	66.34	3	35.24	4
73.16	3	00.75	3	71.96	3	12.64	3	64.52	4	32.47	3
67.53	3	4496.37	3	69.92	3	09.88	3	63.36	3	30.54	6
65.44	5	90.14	3	64.84	3	04.34	3	61.21	3	29.51	5
61.25	3	84.97	5	54.33	3	04.55	3	59.91	3	28.19	4
58.68	4	84.47	3	51.92	5	03.60	3	56.42	3	26.80	5
53.32	3	83.06	3	42.11	4	05.85	3	48.07	3	25.25	3
52.00	3	81.28	4	37.02	3	00.59	4	44.04	3	23.04	3
49.93	3	80.24	4	32.47	3	4098.12	3	43.23	3	22.32	3
44.37	3	75.56	4	30.19	3	94.66	4	39.35	3	21.78	3
40.90	4	74.50	3	23.72	4	94.22	3	38.66	3	20.80	5
30.90	3	73.50	5	20.98	3	92.89	3	37.02	4	19.27	3
26.26	3	64.65	3	18.43	4	87.66	10	32.30	5	17.76	3
25.57	3	62.01	3	15.91	4	77.83	3	21.89	4	13.35	3
24.78	3	59.27	4	00.64	3	76.02	3	13.38	5	12.95	3
15.91	4	48.62	4	4194.69	3	74.03	3	13.05	3	12.06	3
11.60	4	48.04	3	97.02	4	72.30	3	12.43	3	10.33	3
11.28	4	41.23	3	94.40	10 R	62.90	3	11.93	3	08.10	4
06.62	5	26.77	4	92.45	4	59.43	4	11.60	3	04.78	3
02.06	3	24.56	3	91.32	3	55.48	5	08.49	3	03.12	4
4598.13	4	20.57	3	90.72	4	55.47	5	06.96	10	3797.07	6
96.78	4	19.62	3	89.99	5	55.02	3	05.46	4	95.98	4
92.93	3	13.72	3	89.49	3	49.44	4	03.97	4	95.76	5
89.30	3	09.34	5	88.98	3	43.35	5	02.78	5	94.41	3
88.14	3	08.14	5	88.00	3	43.97	5	3899.03	3	93.75	3
86.89	3	4390.20	3	87.62	3	43.04	4	93.27	6	92.92	5
81.69	3	83.37	4	86.69	3	40.78	3	92.72	6	91.33	4
77.62	3	83.40	4	85.73	3	37.70	3	90.59	4	89.94	3
72.99	3	84.72	5	84.97	4	36.11	3	89.33	4	87.88	6
69.62	3	82.17	3	84.09	3	27.05	3	88.09	4	87.31	4
69.23	3	78.35	3	82.28	4	25.52	3	87.34	5	86.84	5
63.82	4	74.95	10	80.29	3	21.96	3	80.67	5	85.37	4
63.33	4	69.44	3	79.39	4	21.54	3	80.03	3	83.35	3
64.30	3	60.33	3	73.53	3	20.52	5	79.33	3	83.51	3
63.92	3	59.91	4	73.33	4	15.03	5	79.27	3	82.22	3
63.38	6	51.61	3	74.37	3	12.57	4	78.34	3	81.05	4
57.30	3	43.32	3	71.33	3	10.54	3	77.94	3	80.99	3
56.92	3	40.92	3	63.01	3	09.75	3	77.56	3	80.45	3
55.72	3	33.97	3	60.23	3	09.14	4	76.96	3	79.79	3
52.12	3	31.32	3	59.36	4	07.98	10	76.44	3	78.65	3

3778.28	3	3625.28	3	3484.56	3	3339.28	3	3207.46	3	3181.08	4
75.04	4	20.21	3	80.72	3	96.85	4	05.58	3	79.02	3
70.11	3	18.91	3	80.44	4	96.07	4	03.05	5	75.51	3
68.73	5	17.81	4	79.45	4	95.28	3	01.95	3	72.84	3
68.21	4	16.58	4	77.94	3	94.86	3	01.07	3	72.80	3
67.76	3	14.64	3	76.50	3	94.39	3	00.59	3	71.52	3
66.26	10	08.84	3	71.72	4	91.12	3	3209.41	3	69.27	3
64.31	3	08.21	3	70.93	3	92.00	4	91.24	3	67.07	4
61.94	3	04.87	4	69.75	4	89.03	5	89.35	4	64.50	3
60.35	3	00.78	5	69.48	4	85.07	3	87.98	4	60.88	3
54.27	3	3599.84	4	65.14	3	84.10	3	86.78	4	57.82	3
50.52	5	99.51	3	64.51	5	83.78	3	86.17	4	54.27	4
47.50	3	95.82	4	62.57	4	82.05	3	80.21	4	52.35	3
45.04	4	95.46	3	62.22	4	81.32	3	79.93	4	50.52	4
44.02	4	90.74	3	61.40	3	81.08	3	78.21	4	44.52	3
42.65	5	90.31	3	58.85	3	79.01	3	77.70	3	44.33	3
41.08	3	86.03	3	53.68	3	77.00	3	75.43	3	42.80	3
38.18	4	78.28	4	53.04	4	76.10	4	74.74	3	41.13	4
35.59	4	73.85	3	52.28	3	74.14	4	73.82	3	38.48	3
31.76	3	59.88	3	50.47	3	72.77	3	73.08	3	37.85	3
29.56	5	58.69	3	48.06	3	70.59	4	72.84	3	35.62	3
24.91	5	58.02	3	47.54	3	68.07	5	72.09	3	32.78	3
24.38	3	54.29	3	46.88	3	66.70	4	70.96	3	32.52	3
21.43	3	46.54	3	45.45	3	64.09	3	68.79	3	32.03	3
19.31	3	45.84	3	43.74	3	62.03	3	67.12	5	31.24	3
17.25	3	42.99	3	43.20	3	61.67	3	66.03	3	25.65	3
15.96	3	42.37	3	42.65	3	61.03	3	64.79	3	25.20	3
12.89	4	39.54	3	41.59	3	60.50	3	62.82	4	23.69	4
07.62	3	24.93	3	41.15	4	58.10	3	59.06	5	21.90	3
05.75	3	24.55	3	38.82	3	56.22	3	58.47	3	18.82	3
00.70	3	22.51	3	37.65	3	51.38	3	57.69	3	16.98	3
3697.66	3	20.08	4	34.65	3	50.27	3	56.82	4	15.51	3
96.90	3	19.10	3	33.14	4	50.03	3	55.76	3	15.10	3
96.28	4	18.15	4	31.08	3	48.77	3	49.33	4	13.58	4
94.90	4	17.68	3	29.91	3	48.14	3	47.53	3	10.89	3
89.11	3	16.00	3	28.42	3	46.05	3	43.25	3	08.78	4
84.96	3	14.92	4	25.08	3	43.70	3	40.48	3	02.68	3
84.00	3	13.04	3	24.42	3	42.92	3	37.98	4	3099.19	3
78.98	3	12.78	4	22.80	3	40.50	3	32.02	4	93.14	3
76.50	3	08.84	3	21.03	3	40.05	3	30.95	5	87.78	3
69.00	4	08.39	4	20.18	3	37.80	3	29.92	3	84.08	4
62.84	3	05.70	4	19.22	3	37.26	3	27.16	3	82.04	3
59.56	3	05.06	4	17.63	3	36.76	3	23.31	4	81.88	3
52.84	3	04.48	3	17.27	3	35.38	3	20.74	4	78.80	4
50.37	4	02.78	3	16.14	3	32.72	3	19.72	3	78.28	3
48.79	4	01.15	3	14.75	3	31.55	3	14.45	4	72.53	3
41.25	4	3499.12	10	13.87	3	29.68	3	08.05	4	70.76	4
40.17	3	94.77	3	09.89	3	23.20	5	05.14	4	69.22	3
38.69	5	94.14	3	08.70	3	18.78	3	00.55	4	66.28	3
37.14	3	92.53	4	07.30	3	18.25	3	3194.10	3	64.92	3
36.84	3	90.12	3	06.93	3	17.57	3	92.63	3	61.69	3
35.57	4	89.86	4	05.69	3	16.39	4	87.78	3	61.28	3
32.07	3	88.58	3	01.88	4	14.44	3	85.26	4	57.51	3
28.71	3	86.88	4	01.92	3	13.66	3	83.42	3	54.40	4
27.98	5	85.17	3	3899.00	3	12.41	5	81.91	3	53.78	3

3050.84	3	3002.02	3	2970.06	3	2838.72	3	2789.29	3	2586.73	3
49.97	3	02.39	3	68.75	3	33.94	3	30.09	2	81.56	2
49.25	4	2998.03	3	64.52	3	2787.71	2	20.74	2	79.57	2
48.41	3	96.35	3	62.48	3	86.10	2	2672.26	2	47.29	2
36.19	3	94.47	3	29.25	3	84.95	2	70.25	3	37.02	2
31.31	3	89.57	3	28.25	3	78.97	2	24.17	2	2493.27	2
28.27	3	89.29	3	15.59	3	69.98	2	14.52	2	46.40	2
25.92	4	83.78	3	10.35	3	66.37	2	04.84	2	27.32	2
17.72	3	75.67	3	04.46	3	65.59	2	02.64	2	2354.18	2
16.84	3	74.46	3	2897.48	3	55.63	3	2595 01	2		
12.46	3	73.72	3	98.98	3	54.98	2	92.56	2		
08.17	3	72.26	3	98.90	3	50.18	2	87.01	2		

Tabelle der Linien von Er II.

7490.18	4	6812.17	2	5144.85	2	4226.44	1	3786.99	1	3255.82	2
6908.36	2	6052.79	2	5079.91	1	4192.50	1	3766.05	3	3161.38?	2
6895.70	3	5502.80	2	4847.17	1	4172.06	1	3742.62	4	3161.08	2
6774.08	3	5172.74	3	4489.30	1	4008.22	3	3724.91	4	3008.83	2
6687.12	2	5149.37	3	4291.73	1	3792.78	1	3347.71	5	2522.16	1

Tabelle der Linien von Er III.

6099.31	2	4919.01	1	4375.54	1	4165.38	2	4062.49	2	3698.21	2
96.92	2	4896.27	2	68.27	3	64.25	2	55.88	5	31.22	2
04.70	2	4796.83	2	62.21	2	63.41	2	40.76	1	58.44	1
08.80?	3	77.53	2	58.65	1	61.61	2	3987.95?	2	56.84	1
5987.86?	3	74.10	2	40.09	2	59.36	4	35.04	2	55.78	1
72.07?	2	72.69	2	37.05	2	58.36	2	31.20	4	3275.43?	3
5844.16	2	64.01	2	06.85	2	55.83?	3	66.69	2	74.74?	3
18.48	2	4658.77	2	05.41	2	54.52	3	57.45	2	78.08	3
5714.97	2	31.58	2	4297.30	2	53.87	3	54.22	2	72.09	3
5607.37	2	09.43	2	32.62	2	49.70?	2	44.40?	3	70.86	3
02.34	2	4567.89	2	77.84	2	48.59?	2	39.35	3	68.79?	3
5575.56	3	68.34	2	65.95	1	44.78	3	13.59	1	3164.50?	3
5316.31	1	64.32	2	63.97	2	44.23	3	08.49	3	48.44	2
5150.30	1	55.28	2	47.72	2	40.78	3	03.97	4	3078.08	2
10.17	2	49.34	2	46.03	1	09.88	3	3785.37	4	50.84?	3
09.34	1	48.92	2	44.54	2	4099.94	2	33.35	3	49.97?	3
5095.35	1	30.10	2	05.92	2	30.80	2	33.51	3	49.25	4
73.47	2	24.22	2	01.62	2	39.51	2	35.59	4	2983.01?	2
57.97	1	4465.23	2	4175.13	2	38.73	2	14.05	2	28.25?	3
54.99	1	49.28	2	70.49	2	73.62	2	08.96	2	2720.74?	2
4992.36	4	46.29	2	68.51	2	71.11	2	06.12	1		
31.79	3	38.95	1	66.74	2	63.56	2	01.54	2		

Röntgengebiet (X-E.).

Stenström Slegbahn			Hjalmar		Friman	
	[82]	[87]		[80]	[80]	
M			L ₁			
α_1	8818	8770	α_2	1791.40	1794	$L_1 - M_2$
β_1	8808	—	α_1	80.40	88	$L_1 - M_1$
β_2	8578	8561	β_4	1596	1595	
			β_1	88.44	80	$L_2 - M_2$
			β_3	50	60	
			β_2	11.2	14	$L_1 - N_3$
			γ_1	1865	1867	
			γ_2	20	23	
			γ_3	18	16	

Im Bogenspektrum treten auch undeutliche Banden auf: Exner und Haschek [22] sagen: „Kontinuierlicher Hintergrund von 5300 bis 5800 mit einem Maximum bei 5430“. Eder und Valenta [21] sagen, von den Banden falle die eine, deren Hauptkante bei etwa 5454 liegt, und welche das Maximum der Intensität bei etwa 558 habe, besonders ins Auge. Die Bande verläuft nach Rot, einige Nebenkanten sind undeutlich zu sehen. Eine zweite undeutliche Bande läßt eine Hauptkante bei etwa 5667 erkennen.

Wie bei den meisten Elementen findet Paulson [24, 25] auch bei Er Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz. Er untersucht die 20 stärksten Linien. Die Paare sind: 4801 und 4884, 8938 und 4008, 3830 und 3896.

Die Arbeiten von Jones und Strong [18, 20] behandeln das Absorptionsspektrum und geben schöne Photographien. Sie seien hier nur genannt als besonders eingehend, während sonst die Literatur über Absorption hier nicht berücksichtigt wird. Pfund [22] findet einige Absorptionsbanden bei langen Wellenlängen. Ebenso seien die Arbeiten von Hofmann und seinen Mitarbeitern [15, 16, 25] nur erwähnt; sie behandeln und vergleichen das Absorptionsspektrum, das Reflexionsspektrum, und das Spektrum, welches erhitztes festes Oxyd aussendet¹⁾. Mit letzterem Spektrum befaßt sich auch Mallory [84]: Die Bänder zwischen 4500 und 5800 sollen wesentlich stärker emittieren, als ein schwarzer Körper der gleichen Temperatur.

1) Eine interessante Abhandlung ganz ähnlichen Inhalts mit guten Photographien der Spektren von J. A. Anderson siehe *Astrophys. J.* 26 p. 73—94 (1907).

EUROPIUM (Eu = 152.0, Z = 63).

Literatur.

[16] G. Eberhard, Spektrographische Untersuchung über die Urbain-Lacombesche Methode zur Trennung von Samarium, Europium und Gadolinium. *Zs. f. anorg. Chem.* 45 p. 874—884 (1906).

[17] W. Crookes, On Europium and its ultraviolet spectrum. *Proc. Roy. Soc.* 74 p. 550—551 (1906).

[18] G. Eberhard, Spektroskopische Untersuchung der Terbiumpräparate von Dr. G. Urbain. *Zs. f. wiss. Photogr.* 4 p. 137—159 (1906).

[19] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. Leipzig u. Wien bei Deuticke 1911 und 1912, Bd. II und III.

[20] G. Urbain, Europium, gadolinium, terbium, dysprosium, neoytterbium et lutécium. *Le Radium* 6 p. 166—170 (1909).

[21] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. II. *Phil. Trans. A.* 212 p. 38 bis 73 (1912). Siehe auch Treatise etc. (1922), p. 285 ff.

[22] E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. *Lunds Univ. Årsskr.* N. F. Afd. 2, 10 Nr. 12 (1914).

[23] E. Paulson, Constant differences in line spectra. *Astrophys. J.* 40 p. 298—310 (1914).

[24] H. G. J. Noyes, The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* (6) 27 p. 708—718 (1914).

[25] M. Siegbahn u. E. Friman, Über einen Vakuumspektrographen... *Physik. Zs.* 17 p. 175—178 (1916).

[26] E. Friman, On the high frequency spectra (L-series) of the elements Lutetium-Zinc. *Phil. Mag.* (6) 22 p. 487—489 (1916).

[27] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Europium und eines bisher unbekannten, zwischen dem Europium und Samarium liegenden Elementes, des Eurosamariums.. *Wien. Ber.* 126 IIa p. 478—531 (1917).

[28] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioact.* 13 p. 296—341 (1916).

[29] M. Siegbahn und E. Jönsson, Über die Absorptionsfrequenzen der Röntgenstrahlen bei den schwereren Elementen. *Phys. Zs.* 20 p. 254—256 (1919).

[30] E. Hjalmar, Frikationsmessungen in der L-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. für Physik* 3 p. 292—296 (1920).

[31] E. Hjalmar, Beiträge zur Kenntnis der Röntgenspektren. *Zs. für Physik* 7 p. 341—350 (1921).

[32] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. *Naturwiss.* 10 p. 369—381 (1922).

[33] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. *Jahrb. Radioact.* 16 p. 240—292 (1922).

Urbain [20] war es zuerst gelungen, das Europium und die benachbarten Elemente Samarium und Gadolinium ziemlich rein herzustellen und das Atomgewicht zu bestimmen. Er sandte Proben zur spektrographischen Untersuchung an Eberhard und an Crookes. Ersterer kam bei seinen sehr gründlichen Untersuchungen [16, 18] zum Schluß, daß die Erden so gut wie rein seien,

während Crookes behauptet [17], im Eu noch Linien von Gd, Y und sogar La gefunden zu haben. Dadurch wäre die Atomgewichtsbestimmung sehr zweifelhaft geworden. Eberhard [16] weist demgegenüber nach, daß die Messungen von Crookes schlecht seien, wie das Beispiel seiner Messungen des Ra beweise. Immerhin blieb eine Bestätigung der Reinheit des Urbain'schen Präparates sehr wünschenswert.

Inzwischen hatte Auer v. Welsbach sich mit diesen Erden beschäftigt, reines Sa und Gd hergestellt, deren Spektren Eder feststellte. Als dann Eder weitere Präparate erhielt, die Eu, verunreinigt einerseits durch Sa, andererseits durch Gd, enthielten, war es leicht, die beiden Präparaten gemeinsamen Linien als Eu-Linien herauszusuchen [27]. Eberhard hatte das Eu-Spektrum zwar photographiert, aber nicht gemessen und veröffentlicht. Er sandte nun an Eder eine Kopie, und dieser konnte durch Ausmessung feststellen, daß es sich um ein ganz reines Spektrum handle, Crookes also im Unrecht war.

Exner und Haschek hatten früher ein noch recht unreines Präparat von Demarçay untersucht, und zwar Bogen- und Funkenspektrum. Für die Neuauflage ihres Werkes haben sie diese Messungen revidiert und erweitert, die fremden Linien, namentlich von Sa, eliminiert. So besitzen wir nun drei Messungen des Bogenspektrums mit den Erden von Auer, von Urbain, von Demarçay, die sehr gut übereinstimmen, und diese drei Reihen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; dabei ist wieder Exner und Haschek auf I. A. reduziert, und wegen des großen Linienreichtums sind die Linien mit der Intensität 1 von Eder fortgelassen, etwa 500.

Vergleicht man das Bogenspektrum von Exner und Haschek mit ihrem Funkenspektrum, so findet man außerordentliche Unterschiede. Bis etwa zur Wellenlänge 4950 sind die Spektre identisch; dann aber sind zwar im Funkenspektrum alle stärkeren Linien des Bogens vorhanden, dazu kommt aber eine Unzahl neuer Linien von den Intensitäten 1 bis 3. In dem Gebiet von λ 3700 bis λ 2400 finden sich z. B. im Funken etwa 550 Linien, die im Bogen fehlen. Freilich haben die meisten dieser Linien die Intensität 1 — im ganzen Funkenspektrum mit 1500 Linien haben über 1000 diese geringe Intensität. — Wegen dieses großen Unterschiedes der beiden Spektre sind sie zur Raumersparnis getrennt angegeben. So findet man eine zweite Tabelle des Funkens von λ 4984 an, in welcher aber auch alle Linien von der Intensität 1 fortgelassen sind.

Paulson [22, 23] findet eine sehr große Anzahl von Paaren mit gleicher Schwingungsdifferenz. Er benutzt natürlich die damals allein vorliegenden Messungen von Exner und Haschek.

4205.80	4189.90	3725.10	3688.87	3744.35	3687.98	3678.41
4522.80	4485.74	3973.16	3930.68	3994.05	3980.00	3919.19
3511.80	2903.80	2882.89	2820.90	2739.43	2705.86	2701.91
3729.85	3065.07	3008.39	2980.24	2859.79	2838.36	2828.81
2885.74	2559.80					
2811.88	2878.54					

alle diese Paare haben die Schwingungsdifferenz etwa 1670.

4435.74	4181.06	4129.90	3943.22	3425.19
4522.80	4258.28	4205.20	4011.85	3476.77

diese Paare haben die Schwingungsdifferenz etwa 433.5.

4583.86	4182.42	3930.66	3916.93	3688.57	3213.84
4435.01	4229.47	3972.16	3953.04	3725.10	3241.55

haben die Schwingungsdifferenz 265. Hicks [21] berechnet ein vollständiges System von Tripletserien, die vier Grundserien und Kombinationen umfassend, Stücke eines Systems von Paaren, und ein System von Einfach-Linien.

Nach Eder färben die Europiumsalze den Bogen schön rot; auch die Bunsenflamme wird durch das Chlorid gefärbt, ähnlich wie durch Sr. Die Salze haben ein charakteristisches Absorptionsspektrum, dessen Hauptband bei 465 liegt.

Im Röntgengebiet liegen bisher erst Messungen in der L-Reihe vor, die zuerst von Moseley [24] dann mit steigender Genauigkeit von Siegbahn und Friman [25, 26] und neuerdings von Hjalmar [31, 30] ausgeführt worden sind. In der Tabelle sind diese Messungen mit der Bezeichnung nach Siegbahn [33] und nach Wentzel [32] angeführt. Die Absorptionsgrenze ist nach Siegbahn und Jönsson [29] 2543.

	Eder Bogen [27]	Exner u. Haschek Bogen [19]		Eder Bogen [27]	Exner u. Haschek Bogen [19]		Eder Bogen [27]	Exner u. Haschek Bogen [19]
7370	25 4		6645	19 20	21 20	6335	32 8	30 4
69	69 2		08	60 4	62 1	24	45 3	49 1
36	28 2		6595	97 2	—	18	60 3	62 1
01	16 5		93	81 8	86 2	13	32 3	32 1
7217	55 8		67	89 8	94 2	08	42 10	43 8
7194	80 8		61	18 3	—	6299	80 8	79 5
75	50 3		49	14 3	1 1 u	91	34 6	34 3
06	48 6		22	75 3	74 1	88	98 2	97 1
7077	18 8	15 1	19	62 5	59 3	85	96 4	98 1
74	55 8	—	01	57 8	57 2	66	97 3	97 2
40	20 6	—	6433	07 5	08 1	63	47 2	—
6914	83 3	—	76	57 2	—	62	26 15	26 10
10	19 3	—	70	75 4	76 1	50	52 4	50 2
08	71 5	—	67	47 2	—	45	97 2	—
6898	27 4	—	57	96 3	96 4	33	73 5	73 2
64	57 10	56 3	39	97 3	97 1	30	55 3	54 1
47	21 3	—	37	—	93 2	09	36 2	34 1
44	98 3	—	37	64 15	62 10	07	62 3	59 1
41	05 4	—	28	23 5	31 2	6195	05 3	04 4
34	41 3	—	11	37 6	33 4	38	10 10	11 10
16	09 5	—	10	07 3	06 3	78	76 6	73 3
02	79 10	74 2	06	13 5	14 2	73	03 10	02 10
6787	52 3	—	00	95 7	94 5	53	29 2	—
82	59 6	—	6333	87 5	88 4	24	72 5	64 2
44	96 5	94 1	82	70 5	74 3	18	79 6	77 3
10	43 4	—	73	35 2	—	08	20 5	16 2
01	11 2	—	69	25 6	23 3	07	54 3	—
6693	99 3	96 2	55	34 5	32 3	6099	38 6	33 5
85	27 5	—	50	02 10	01 5	33	90 10	88 5

	Eder		Exner u. Haschek			Eder		Exner u. Haschek			Eder		Exner u. Haschek	
	Bogen		Bogen			Bogen		Bogen			Bogen		Bogen	
	[27]		[19]			27		10			27		19	
6077	42	2	42	1	5783	07	6	00	3	5876	03	5	03	3
75	00	5	59	2	05	18	6	18	5	04	03	2	—	—
74	32	3	—	—	39	00	4	8.07	2	01	01	5	01	3
57	50	8	34	3	30	85	4	84	2	00	82	3	83	2
49	55	8	55	8	5084	37	3	4	1 u	57	01	10	00	3
44	71	5	05	2	84	27	2	20	1	06	70	2	—	—
29	00	6	8.98	2	81	00	3	11	1	55	00	5	08	2
28	17	5	14	2	78	88	5	84	2	52	80	2	85	1
18	18	8	17	8	08	29	2	—	—	51	00	4	08	2
15	61	3	50	2	54	07	2	—	—	48	74	2	—	—
12	00	5	58	3	51	12	3	—	—	43	00	2	—	—
12	22	4	21	2	45	80	6	70	5	41	85	2	—	—
05	08	4	7	1 u	32	54	5	55	3	10	00	2	—	—
04	41	5	38	2	27	07	3	—	—	03	85	3	87	2
03	08	2	1	1 u	22	44	0	44	3	5208	10	2	13	1
5912	88	8	87	4	18	81	4	79	2	94	00	4	00	2
83	87	3	88	1	05	88	3	87	1	93	08	2	71	1
83	20	3	21	1	5599	81	3	79	1	91	20	3	31	1
80	52	2	53	1	92	27	3	20	1	80	27	3	28	1
72	78	8	78	4	88	44	2	70Ca	10	87	25	2	28	1
71	74	3	72	1	80	88	4	—	—	85	78	2	—	—
67	10	10	08	8	80	23	4	24	3	82	80	3	83	3
66	09	5	08	5	80	00	5	04	4	72	48	3	46	1
63	80	4	78	2	79	03	4	00	3	71	08	8	00	4
54	82	3	82	1	77	12	3	11	10	60	40	5	40	3
53	90	2	88	1	70	31	10	30	10	63	04	2	—	—
53	54	3	52	1	47	44	10	44	10	49	18	3	17	1
42	76	3	74	1	42	58	4	55	2	48	00	3	08	1
37	87	2	—	—	41	00	2	—	—	42	72	3	09	1
25	53	4	57	1	38	98	4	23	1	30	22	4	24	1
25	36	2	30	1	26	62	4	01	2	30	15	2	11	1
15	79	6	80	3	10	51	7	51	5	33	91	3	93	1
09	99	3	99	1	00	86	3	88	1	23	48	0	47	3
02	79	3	78	1	5495	21	5	19	3	17	01	3	0.90	1
5895	85	3	83	1	83	00	0	05	5	15	10	5	05	4
78	02	5	01	3	72	31	5	29	4	13	39	3	34	2
66	72	2	75	1	57	03	4	—	—	07	80	2	80	1
64	77	2	81	1	52	94	8	00	10	06	40	3	43	1
60	96	4	98	1	51	52	8	58	10	00	96	3	93	2
50	93	3	98	1	43	58	4	57	2	5199	85	5	83	3
45	76	3	77	1	20	90	0	93	3	98	73	3	72	1
31	98	10	99	10	21	08	4	04	2	78	72	2	08	1
20	91	2	93	1	11	84	3	84	2	78	00	3	00	1
18	75	5	72	4	05	30	3	33	1	00	08	5	72	3
05	68	2	68	1	02	76	10	78	10	00	09	6	00	4
00	28	5	28	3	5392	04	5	94	2	55	44	2	43	1
5792	78	2	75	1	91	00	2	—	—	50	85	3	83	1

1) Hier ist vielleicht bei Eder ein Druckfehler; bei Exner und Haschek ist im Bogen und Funken die Linie 5890.99.

Eder		Exner u.		Eder		Exner u.		Eder		Exner u.	
Bogen		Haschek		Bogen		Haschek		Bogen		Haschek	
[27]		[19]		[27]		[19]		[27]		[19]	
5183	52 6	51 4		5093	55 5	53 3		4928	02 3	01 2	
30	07 2	08 1		29	54 5	54 4		24	73 3	71 2	
29	11 5	06 3		22	91 6	91 5		11	39 8	43 8	
24	77 3	74 2		13	19 6	14 5		07	18 6	20 8	
14	85 5	82 3		4986	79 3	72 1		00	86 5	84 5	
5098	73 4	71 2		75	76 4	72 2		4894	68 4	67 3	
06	44 4	42 2		68	73 3	71 2		84	05 3	05 3	
92	70 4	68 2		62	55 5	53 3		79	17 2	17 1	
89	10 3	07 2		60	22 5	19 3		67	62 5	61 4	
77	40 2	36 1		53	52 4	50 3		60	89 2	87 1	
67	94 3	92 2		47	39 3	34 2		51	29 2	22 1	
63	78 3	72 1		38	31 4	29 2		49	65 5	67 3	
56	07 2	5.99 1		32	83 4	83 2					

Eder		Eder		Exner u.		Eder		Eder		Exner u.	
(Auer)		(Urbain)		Haschek		(Auer)		(Urbain)		Haschek	
[27]		[27]		[19]		[27]		[27]		[19]	
4844	30 2	30 2		27 1		4724	03 3	01 3		3.97 1 d	
43	34 2	31 3		32 1		18	63 2	62 2		61 2	
40	45 4	46 3		43 2		17	19 1	19 2		22 2	
38	—	19 5		92 1	1)	13	59 4	59 4		59 3	
38	00 3	—		—		12	09 2	10 1		11 1	
30	35 5	36 3		32 3		09	80 1	77 2		77 1	
29	30 4	31 3		30 2		02	64 2	62 1		—	
25	40 1	59 3		62 2 d		4898	12 4	10 3		13 3	
20	52 4	50 3		45 2		92	63 2	60 2		62 1	
19	90 3	90 2		87 1		88	23 2	24 4		23 3	
15	82 2	—		80 1		85	—	—		24 2	
13	54 2	—		54 1		75	51 2	46 1		44 1	
08	29 5	29 4		9.29 3	1)	71	20 1	20 3		15 1	
04	07 3	07 3		04 3		65	05 3	07 1		06 1	
4794	92 2	93 3		92 1		61	89 30	90 30		92 50	
94	—	—		08 2		60	35 3	—		37 2	
92	60 5	58 4		57 3		58	63 2	60 1		62 1	
84	01 2	00 2		02 2		56	72 3	70 2		72 2	
81	29 2	31 2		31 2		51	54 2	56 1		56 1	
78	64 3	63 1		66 2		50	47 3	47 2		50 1	
77	70 3	69 3		69 2		46	20 1	18 2		—	
70	79 4	79 3		80 3		44	23 4	25 2		26 1	
63	96 2	97 3		97 2		41	39 3	40 2		42 1	
58	72 1	72 2		72 2		27	26 40	25 40		29 50	
55	98 2	94 2		96 2		25	32 3	—		32 2	
40	48 4	46 3		52 2		16	52 2	—		50 1	
39	17 3	16 2		13 1		4597	33 2	35 2		38 1	
36	57 2	—		64 1		94	06 30	08 5		09 50	

1) Auch hier liegen wohl Druckfehler vor.

	Eder (Auer)	Eder Urbain	Exner u. Hasehek		Eder (Auer)	Eder Urbain	Exner u. Hasehek
	[27]	[27]	[19]		27	27	19
4591	08 2	08 1	07 1	4631	19 2	20 3	20 2
461	46 2	—	34 1	4631	62 2	62 4	63 3
75	22 2	22 2	—	4631	(X) 3	(X) 3	01 3
54	01 2	08 2	—	269	90 3	97 4	—
80	30 2	29 3	31 2	269	34 2	38 4	40 3
85	57 4	59 4	56 2	22	56 2	58 4	58 2
26	67 3	(X) 4	67 1	4204	71 5	73 4	72 5
22	55 20	54 20	59 30	98	96 2	92 3	93 1
19	56 3	54 3	—	102	99 2	96 1	99 1 u
18	20 1	20 2	23 1	87	45 2	45 1	44 1
12	16 1	17 2	16 1	76	19 2	16 3	19 2
08	70 1	71 2	69 1	75	93 2	—	89 1
4488	33 3	30 3	29 2	70	23 2	24 3	25 1
85	15 3	17 3	15 3	60	49 2	48 2	47 1
77	24 1	26 2	16 1	64	09 2	13 3	12 2
71	99 2	99 2	98 1	55	95 2	97 2	94 1
64	96 3	94 4	98 3	55	25 3	27 2	28 1
55	—	—	89 2	47	06 2	07 2	04 1
46	77 1	79 2	—	44	75 2	79 2	74 2
35	54 30	52 30	54 50	87	50 2	52 2	50 1
84	81 3	—	84 4	84	14 2	13 1	—
19	63 2	65 3	66 1	82	47 2	48 1	45 1
17	25 3	25 3	25 2	29	33 2	34 2	33 1
07	08 2	07 3	06 1	22	30 2	33 2	30 1
05	26 2	28 3	27 2	20	69 2	71 3	67 1
03	18 3	14 2	17 1	08	90 2	88 1	—
4891	86 1	85 4	88 1	05	01 20	05 10	04 100
87	90 3	85 4	92 3	08	60 1	—	64 3
88	04 3	02 4	14 3	08	01 20	05 10	—
89	05 2	08 2	07 1	4185	87 2	40 2	34 1
72	21 2	22 3	21 2	84	98 2	96 3	—
70	48 2	48 5	43 2	82	26 4	28 3	28 4
69	50 3	48 5	50 2	80	—	81 2	90 2
61	58 2	57 3	58 1	79	42 2	40 2	—
60	06 2	04 3	—	77	56 2	57 2	—
57	75 3	71 2	75 1	76	67 3	68 3	69 2
55	10 3	10 2	09 5	75	22 2	22 2	20 1
54	79 3	82 4	78 2	72	80 3	81 3	82 2
52	21 2	21 2	24 1	64	22 2	23 2	—
45	90 3	91 3	91 2	61	26 2	26 2	—
43	25 2	26 3	29 1	57	90 4	81 4	79 2
37	66 5	67 2	67 3	52	33 2	24 2	—
35	45 1	43 3	43 1	51	58 2	56 2	57 2
34	73 2	74 2	75 1	47	24 2	24 2	—
34	18 2	18 2	—	45	28 2	26 1	30 1

1) Hier ist wieder ein Druckfehler.

2) Dieselbe starke Linie haben Exner u. Hasehek im Funken. Eder gibt die Linie einmal 4202.05, dann 4201.01. — Die Druckfehler sind in der Tabelle korrigiert.

	Eder (Auer)	Eder (Urbain)	Exner u. Haschek
	[27]	[27]	[19]
4141	71 4	78 2	74 2
41	04 3	08 3	05 1
87	10 4	11 3	09 3
86	62 2	62 2	56 1
82	21 3	20 3	—
29	70 20	72 10	75 100
27	29 3	30 1	28 4
19	33 2	35 3	34 1
16	99 2	97 2	99 1
12	07 4	08 3	08 3
07	90 2	90 1	87 1
06	90 3	87 4	86 4
03	88 2	87 2	89 2
02	70 1	72 3	71 2
4098	82 3	84 3	81 2
92	75 2	76 3	—
91	75 2	75 2	—
86	38 5	36 4	37 3
78	24 2	23 3	24 3
73	75 2	76 2	—
71	—	—	25 3
69	00 2	02 2	3.97 2
62	20 2	23 3	18 1
42	08 2	05 2	03 1
40	50 2	48 3	50 2
39	21 3	20 3	21 5
30	08 3	04 3	02 4
28	64 2	64 3	61 2
26	60 2	62 2	62 2
17	65 4	68 3	60 4
16	71 3	72 2	67 3
12	82 2	83 2	80 1
11	70 3	71 3	70 3
08	73 2	74 2	73 1
3995	96 2	6.00 3	96 1
87	85 3	86 4	85 2
86	63 2	64 4	64 3
79	62 2	62 2	63 1
78	46 3	45 3	45 4
71	94 20	95 20	2.01 50
69	23 3	23 3	21 2
64	92 4	92 3	91 4
57	88 2	91 2	89 1
55	78 3	73 2	71 4
49	58 3	57 3	57 3
45	59 4	60 2	67 1
43	10 4	10 3	06 2
36	63 2	64 1	64 1
33	67 3	70 4	—
30	50 30	51 20	51 50

	Eder (Auer)	Eder (Urbain)	Exner u. Haschek
	[27]	[27]	[19]
3929	78 2	—	85 2
28	90 2	92 1	87 2
19	11 3	12 1	04 1
17	23 4	30 3	28 4
15	99 2	98 1	96 3
09	92 2	89 2	88 1
07	11 20	09 20	13 30
03	20 2	18 2	24 3
00	52 3	50 3	51 3
3898	79 3	80 1	75 2
97	78 2	80 2	70 2
94	68 3	78 1	71 1
84	74 3	76 1	76 5
19	62 30	65 20	65 50R
11	—	33 4	32 4
3799	—	01 3	01 3
74	10 3	10 1	11 4
61	13 2	14 3	15 3
44	18 2	20 2	20 2
43	47? 4	49 3	56 2
42	22 2	20 1	—
41	31 4	32 3	31 4
40	26 2	28 2	—
38	06 3	08 3	08 1
35	94 2	—	—
32	22 3	22 3	19 3
31	26 2	24 1	18 1
29	71 2	72 2	70 2
28	63 2	—	—
25	75 2	—	78 1
24	99 20	97 15	95 30
24	64 2	—	—
22	60 4	62 3	62 2
21	82 2	94 1	—
19	14 2	15 2	15 3
16	88 2	90 1	88 2
14	88 3	89 2	90 2
13	45 4	44 2	43 2
10	87 3	86 3	87 2
3688	42 15	40 10	42 20
33	26 2	25 3	26 1
32	42 3	40 3	43 2
79	50 2	51 1	48 1
78	27 2	30 2	26 1
74	67 3	63 3	72 1
63	47 2	45 1	47 1
62	94 2	92 1	95 1
56	27 2	28 2	25 2
46	74 2	74 1	70 1
32	17 3	16 2	17 2

	Eder (Auer)	Eder (Urbain)	Exner u. Haschek		Eder (Auer)	Eder (Urbain)	Exner u. Haschek
	[27]	[27]	[19]		27	27	19
3029	81 8	82 2	79 1	3300	06 4	07 8	08 8
18	18 2	17 1	19 2	54	38 2	—	40 1
16	16 8	15 1	15 1	53	69 8	63 1	71 2
11	61 2	60 1	60 2	51	54 2	52 8	56 1
11	87 2	—	87 1	51	18 2	—	21 1
08	78 8	79 2	73 1	50	43 3	42 8	43 8
06	70 2	72 8	71 2	38	73 8	70 2	70 1
08	24 5	23 2	25 8	34	32 5	30 4	34 6
8591	86 2	86 1	82 2	22	26 8	—	28 8
89	22 2	21 1	24 8	21	86 8	85 2	87 2
81	18 2	20 1	—	19	89 8	83 8	89 1
72	60 2	61 1	60 2	18	84 8	80 8	82 2
62	19 8	16 2	18 1	08	01 8	08 8	01 2
52	52 4	54 8	50 8	04	49 2	50 1	51 1
47	13 2	13 1	—	01	91 8	89 8	96 2
44	16 8	12 8	15 1	8277	75 5	80 8	75 2
43	88 2	86 1	88 1	72	75 4	76 8	77 2
42	17 5	19 4	16 8	68	88 8	40 8	40 2
38	11 2	—	11 1	62	49 2	50 2	50 1
31	15 8	17 1	10 2	47	80 2	29 2	32 1
28	50 8	55 2	49 1	46	01 2	02 8	01 2
22	87 8	88 1	87 1	41	86 2	89 8	42 8
21	11 5	12 8	11 4	35	12 8	10 2	13 2
11	05 5	10 2	05 8	21	68 2	68 2	—
08	86 8	81 8	84 1	13	72 8	72 8	71 8
05	81 2	81 2	80 1	12	77 5	77 4	76 5
02	80 2	79 1	81 1	10	52 4	51 8	52 4
8488	82 8	82 1	80 1	3185	55 2	55 2	56 1
85	41 8	40 2	41 1	78	62 8	64 8	62 2
77	05 2	—	02 2	84	27 2	30 1	27 2
67	87 8	84 2	87 4	49	86 8	82 8	87 2
61	88 8	88 8	87 8	32	16 8	16 8	14 2
57	56 2	58 1	55 1	30	76 2 7	76 8	70 2
57	07 8	05 1	02 8	17	62 2	61 1	60 1
54	14 2	12 1	10 1	11	43 5	44 4	43 6
53	48 2	47 1	47 1	06	18 8	17 8	19 8
45	17 8	17 2	18 1	3087	46 8	46 8	48 8
40	99 4	100 2	101 8	89	85 2	83 2	82 2
35	72 2	70 1	71 1	77	85 8	86 4	88 8
35	21 8	22 1	20 2	69	08 2	08 2	11 1
28	44 2	—	46 1	59	01 2	01 8	00 2
24	97 2	98 8	505 8	54	93 4	94 5	95 4
23	07 8	06 2	08 1	40	74 2	73 2	77 1
21	67 2	65 2	68 1	22	14 2	13 2	15 1
08	08 2	02 2	—	06	26 2	28 8	27 2
8898	56 5	54 4	59 4	2081	34 8	35 8	34 8
94	08 2	—	09 1	60	23 5	24 5	22 8
92	00 8	—	00 2	59	49 2	49 2	47 2
90	79 2	—	80 1	52	68 8	70 4	67 8
80	24 2	22 1	26 1	47	32 2	34 2	33 2

	Eder (Auer)	Eder (Urbain)	Exner u. Haschek		Eder (Auer)	Eder (Urbain)	Exner u. Haschek
	[27]	[27]	[19]		[27]	[27]	[19]
2925	05 4	08 3	08 4	2716	97 3	95 3	96 3
19	00 3	02 2	8.90 3	09	97 2	94 1	99 2
06	07 5	08 5	71 5	05	25 3	23 2	26 2
2813	85 3	86 3	84 3	01	87 4	88 3	89 4
93	08 2	04 2	05 3	01	13 3	11 2	11 3
92	54 2	50 2	54 3	2692	01 3	00 2	00 3
87	87 2	88 2	86 1	85	64 3	61 2	64 3
76	05 2	04 1	05 1	78	28 3	28 2	26 3
62	57 3	60 3	58 3	73	40 2	39 1	44 2
59	68 3	70 3	68 3	63	32 3	29 2	30 4
33	25 2	23 2	25 2	53	59 2	59 1	59 1
29	29 2	33 2	29 2	41	26 4		27 3
28	69 3	69 3	70 4	38	75 4		74 4
20	78 3	78 3	79 4	35	46 2		46 1
16	18 2	20 3	19 3	04	59 2		59 1
13	95 4	93 4	97 5	2577	15 3		16 2
11	74 3	78 3	75 3	68	18 2		17 1
2781	90 3	92 3	92 3	64	16 3		18 1
52	17 2	15 1	19 2	59	15 2		21 1
47	82 2	79 1	84 2	54	78 2		—
44	25 3	20 2	26 2	2471	13 2		15 1
43	23 2	22 1	28 2	54	92 2		95 1
40	62 3	60 3	61 2	* 21	56 2		56 1
29	37 5	38 4	36 5	2340	59 1		—
27	75 4	74 4	77 4				

Exner u. Haschek Funke	Exner u. Haschek Funke	Exner u. Haschek Funke	Exner u. Haschek Funke	Exner u. Haschek Funke	Exner u. Haschek Funke
[19]	[19]	[19]	[19]	[19]	[19]
4984.12 2	4435.57 50	4368.40 2	4281.93 2	4221.10 2	4124.55 2
11.41 2	29.74 2	61.55 2	76.20 2	13.56 2	20.79 2
07.18 2	26.43 2	57.81 2	70.50 2	05.05 50	19.80 3
4661.91 15	19.64 2	55.09 3r	70.25 2	4196.20 3	12.21 2
27.29 15	14.64 2	52.23 2	64.33 2	95.39 2	12.09 2
4594.10 20	07.05 5	51.23 2	63.82 2	77.50 2d	07.91 3
52.24 2	05.29 2	49.49 2	63.00 1	76.65 2	4099.85 2
39.72 2	03.22 2	40.69 2	61.06 2	75.19 2	93.01 2
39.23 2	4897.75 2	37.69 2	53.83 3	72.33 3	85.39 2
22.53 20	91.40 2	34.74 2	47.86 2	53.41 2	80.80 2
4483.32 2	90.41 2	30.60 3	47.05 3	41.73 3	76.92 2
85.20 2	89.13 2	17.69 2	33.75 2	41.03 2	62.83 2
72.83 2	83.15 2	13.87 2	37.53 2	40.04 2	62.20 2
71.85 2	78.85 2	11.04 2	35.73 2	39.65 2	61.55 2
65.02 3	76.48 2	00.34 2	34.10 2	36.59 2	59.36 3
63.36 2	75.13 2	4293.74 2	32.40 3	33.87 2	17.56 3
61.55 2	72.21 3	95.44 2	29.32 3	29.75 100	12.34 3
55.91 2	69.49 3	33.36 2	23.90 2	24.93 2	11.74 3

Exner u. Haschek Funke [19]	Exner u. Haschek Funke [19]	Exner u. Haschek Funke [19]	Exner u. Haschek Funke 19	Exner u. Haschek Funke 19	Exner u. Haschek Funke [19]
4003.74 3	3807.56 3	3022.56 3	3402.41 2	3097.48 2	2720.01 4
3996.01 2	04.32 2	21.94 2	3381.56 3	77.87 2	16.18 3
98.96 2	03.11 2	16.15 2	95.32 2	00.12 2	08.81 2
88.25 2	02.74 2	12.19 2	03.24 2	54.91 2	08.20 2
81.37 2a	01.62 2	08.21 2	91.97 2	00.88 2	05.25 2
79.65 2	01.39 2	3506.89 2	90.76 3	32.70 2	01.80 3
75.96 2	00.56 2	00.19 2	81.74 2	31.18 2	01.13 3
72.01 50	3799.02 2	70.11 3	80.27 2	29.80 2	00.75 2
66.60 2	90.15 2	52.50 2	70.51 2	26.75 3	2603.50 3
65.45 2r	93.83 2	49.67 2	69.10 2	23.88 2	92.00 3
57.90 2	80.18 2	47.05 2	61.80 2	23.85 2	87.72 2
48.04 3d	83.79 2	41.33 2	54.46 2d	22.03 2	87.25 2
41.57 2	80.85 2d	38.07 2	53.71 2	22.05 2	85.64 2
35.95 2	85.81 2	37.70 2	53.47 2	13.22 3	83.19 2
30.50 50	85.42 2d	34.10 2	50.84 2	00.08 3	78.25 2
19.07 3	84.28 2	31.81 2	36.40 2	2991.32 2	76.05 3
18.16 2	81.41 3	31.15 2	34.30 2	82.24 3	64.25 5
17.80 2	80.51 2	27.85 2	33.65 2	74.02 2	03.83 3
15.24 2	79.85 2	21.10 4r	31.14 2	72.28 2	50.94 2
07.15 30	71.17 2	18.49 2	29.51 2	60.30 2	45.27 2
00.44 2	70.25 2	11.08 2	24.8 2	56.78 2	42.76 2
00.19 2	69.31 2	05.30 2	28.02 2	52.67 2	41.36 2
3899.50 2	65.95 2	04.08 2	25.97 2	36.94 2	38.74 3
98.30 2	61.14 3	3495.13 2	21.86 2	25.03 3	28.40 2
97.26 2	60.34 2	39.25 2	20.12 2	12.68 2	27.01 2
88.66 2	57.64 2	35.35 2	19.91 2	12.25 2	16.36 2
77.37 2	57.40 2	35.17 2	18.34 3r	06.69 5	16.11 2
77.37 2	53.04 2	32.54 2	08.08 3r	2995.34 2	08.38 2
66.20 2	41.38 3	31.60 2	06.97 2r	92.57 2	2596.40 2
65.28 2	40.25 2	76.99 2	3296.39 2	62.55 2	94.30 2
64.11 2	38.05 3	76.69 2	33.33 2	59.64 2	77.16 3
61.21 3	33.66 2	74.49 2	32.60 2	39.54 2	68.16 2
60.74 2	31.86 2	69.29 2	77.76 3r	28.69 3	64.18 2
54.63 2	24.98 20	66.43 2	72.76 3r	20.77 4	59.20 3
70.5 2	17.89 2	61.38 2	60.40 2	16.13 3	22.17 2
43.10 2	15.95 2	57.04 2	62.54 2	13.92 5	13.81 4
42.39 2	14.92 2	54.75 2	55.68 2	11.73 2	2448.08 4
38.30 2d	13.50 2	53.46 2	51.44 2	2792.52 2	44.43 3
36.51 2	10.90 2	46.27 2	46.76 2	31.91 3	12.09 2
31.17 2	07.43 2	41.08 2	13.82 2	30.50 2	2391.21 2
29.45 2	3688.44 10	35.74 3	12.32 2	63.33 2	75.47 4
28.95 2	37.78 4	35.07 2	3194.37 2	66.29 2	74.12 2
26.68 2	73.16 2	25.04 2	33.75 2	60.20 2	50.67 2
25.18 2	73.20 2	23.12 3	31.3 3r	57.3 2a	2291.66 2
23.39 2	37.69 2	21.71 2	70.96 3	55.13 2	11.38 1
19.66 50	36.65 2	16.76 3dr	39.23 2	52.63 2	
17.71 3	35.86 2	12.73 3	30.74 2	29.36 3	
15.46 3	29.73 2	12.25 2	13.01 2	27.79 6	
09.95 2	23.66 2	06.11 2	3066.18 2	25.51 2	

Röntgengebiet (X.-E.).

L.	Hjalmar [81]	Frman [26]	Moseley [24]	
α_2	2127.33	2121	2130	$L_1 - M_2$
α_1	16.33	21	—	$L_1 - M_1$
β_4	1921	23	1925	
β_1	16.31	18	—	$L_2 - M_2$
β_3	1886	1888	1888	
β_2	1807	10	14	
γ_1	1659	62	—	
γ_2	1598	99	—	
γ_3	1588	90	—	

EUROSAMARIUM.

Literatur.

[1] J. M. Eder, Das Bogenspektrum des Europiums und eines bisher unbekannten, zwischen dem Europium und Samarium liegenden Elementes, des Eurosamariums. Wien. Ber. 126, IIa p. 473—531 (1917).

[2] C. G. Kloss, Wave-length measurements in the arc spectra of neodymium and samarium. Sc. Pap. Bur. of Stand. No. 442; Bull. 18 p. 201—219 (1922).

Das Europium liegt zwischen Samarium und Gadolinium und ist von ihnen außerordentlich schwer zu trennen. Nachdem Eder das Spektrum des Samariums und das des Gadoliniums festgestellt, konnte er daran gehen, aus Fraktionen, die neben Eu noch etwas Sa enthielten, und aus solchen, die neben Eu noch Gd enthielten, in den gemeinsamen Linien das Eu-Spektrum herauszusuchen.

Dabei zeigte sich, daß in den samariumhaltigen Fraktionen Linien auftreten, die in europiumfreiem Sa nicht vorhanden sind, also nicht zu Sa gehören, während sie andererseits in der Gd-haltigen Fraktion ebenfalls fehlen, also auch nicht zu Eu gehören können. Ebensovienig sind sie bisher in einer anderen Erde beobachtet. Eder nennt das Element, zu dem sie vielleicht gehören, Eurosamarium, läßt es aber dahingestellt, ob es sich um ein neues Element oder ein Spaltungsprodukt des Samariums oder um noch unbekannte Linien schon bekannter Erden handelt.

Ich gebe im folgenden die Liste dieser meist schwachen Linien, und zwar ungekürzt. Man wird sie bei der Untersuchung anderer Erden im Auge behalten müssen.

Dann hat Kloss die Spektren von Neodym und Samarium zwischen λ 9264 und λ 5475 photographiert; bei letzterem Element findet er viele der Linien, die Eder zu Eurosamarium rechnet; außerdem erhält er eine Anzahl Linien, die Neodym und Samarium gemeinsam sind, und auch unter ihnen befinden sich solche von Eurosamarium. Diese Linien sind neben denen von Eder angeführt, die auch im Neodym beobachtet sind in Klammer geschlossen.

Eder				Kloss				Eder				Kloss			
6880	19	1	(14 1)	6280	47	1	—	6198	11	2	14	2d?			
29	85	1	85 1	17	06	1	06 2	91	24	2	24	1r			
28	86	1	84 1	05	98	1	—	89	72	2	80	1u			
17	90	1	(72 1)	05	02	1	—	85	80	2	—				
15	78	1	78 2	00	00	2	07 1	81	86	1	88	2			

Eder	Klass	Eder	Klass	Eder	Klass
6176 89 1	40 1	5832 72 1	—	5636 76 1	68 2
73 91 2	94 2	23 23 1	18 2	34 25 1	17 1
69 11 1	(15 2)	13 37 1	—	30 34 1	81 1
66 74 1	76 2	10 29 1	33 2	20 93 1	86 1
64 08 1	3.94 1	09 94 1	—	20 26 2	—
57 57 1	55 2	5795 84 1	—	17 10 2	—
50 96 1	90 1	90 90 1	1.00 3	15 79 1	(68 1)
6086 84 2	77 2	89 70 3	(88 2)	15 05 1	01 1
88 13 1	09 1	71 67 1	69 3	13 85 1	—
81 88 1	99 1	70 85 1	90 2	11 96 1	84 2
80 91 2	—	69 89 1	—	11 37 1	29 3rd?
79 93 2	0.02 1	67 62 3	—	09 71 1	65 1
72 82 1	—	66 80 1	—	08 43 1	(42 1)
63 70 1	67 1	63 87 1	85 3	5593 17 3	—
61 25 1	24 2	60 84 1	85 3u	89 29 2	20 3
60 79 1	78 2	58 76 1	(88 1)	84 39 1	—
59 79 1	86 2	57 67 1	—	76 04 1	5.98 1
52 97 2	3.10 3	56 80 1	40 2	72 67 3	—
52 26 2	—	55 86 1	89 2	65 59 1	56 2
51 33 2	—	53 10 1	15 2	62 90 1	(78 2)
47 49 1	42 2v	50 78 1	73 2	58 78 1	60 1
42 88 1	78 2v	48 95 3	—	58 15 1	(10 1)
41 86 2	—	44 34 4	23 2	56 45 1	—
40 94 2	—	34 99 1	5.04 3r	55 51 1	—
38 12 2	—	32 14 1	—	54 80 1	88 3
36 44 1	42 1	28 22 2	08 2rd?	52 54 1	—
35 61 1	54 1	27 31 1	—	45 17 1	28 1
33 89 1	83 1	25 59 1	58 2	45 —	08 1
28 32 1	—	24 43 1	47 2	44 45 1	44 2
25 15 2	—	21 87 1	—	40 72 1	—
16 46 1	—	17 88 4	93 3	39 23 1	(19 2)
13 56 1	—	16 53 1	54 2r	37 94 1	—
08 09 1	7.94 2u	14 31 2	27 3rd?	36 14 3	15 1
5994 28 1	—	09 73 2	71 3	29 93 2	92 3
98 83 1	85 2	08 80 1	78 3rd?	29 08 1	3.94 2
86 89 3	—	07 89 2	84 1	22 28 3	—
76 45 1	48 1	03 42 1	(46 2)	18 40 1	31 1
75 84 1	—	5699 64 1	58 3	18 00 2	7.98 1
47 49 1	43 2	94 00 1	—	15 00 1	—
35 12 1	05 1	90 82 1	85 2	14 26 1	—
34 13 1	—	82 28 1	40 2	13 03 1	(17 2)
31 56 1	52 1	78 51 1	—	04 95 3	5.18 2u
22 48 1	44 2r	75 98 1	6.10 2rd?	02 09 2	—
21 65 1	—	71 78 1	—	00 19 1	—
17 97 1	94 1	70 04 1	—	5499 42 1	—
14 87 3	—	64 75 1	73 2	98 84 1	—
09 42 2	—	62 95 3	3.00 2	96 78 1	—
00 77 1	69 2	58 19 1	10 3v	95 87 1	—
5833 69 1	67 2	51 99 1	(95 2)	86 80 1	—
80 82 1	—	42 87 3	83 2	81 30 1	—
80 44 1	51 1	42 08 1	01 1	80 70 2	66 2
76 82 1	82 2	41 59 1	(60 1)		
49 69 1	71 2	38 66 1	65 2		

Eder	Eder	Eder	Eder	Eder	Eder
5474.87 1	5380.43 2	5113.02 2	4002.59 1	4126.62 1	3303.16 1
78.36 1	75.04 3	10.06 1	4540.46 2	14.74 1	02.88 1
66.19 1	74.03 1	01.33 1	4487.73 1	05.08 1	3204.85 1
65.94 1	73.56 1	5034.10 1	02.70 1	00.70 1	97.46 1
63.85 1	71.84 2	49.55 1	02.15 1	4000.71 1	87.50 1
62.35 2	70.01 3	17.67 1	00.90 1	06.00 1	85.16 1
60.96 1	53.83 1	4974.72 1	50.77 1	00.83 1	84.36 1
60.11 1	48.16 2	57.96 1	49.69 1	00.60 1	83.87 1
59.80 2	47.15 1	51.39 1	48.03 1	01.00 1	3282.52 1
58.20 3	46.20 1	44.57 1	43.31 1	71.75 1	75.45 1
50.09 2	44.40 1	09.46 1	4388.58 1	29.55 1	74.99 1
49.82 2	43.76 2	02.73 1	65.79 1	24.35 1	64.10 1
47.17 3	40.33 1	4899.24 1	08.62 1	19.30 1	63.60 1
46.54 2	34.33 4	98.38 1	4296.10 1	04.63 1	60.82 1
40.01 1	37.57 1	97.83 1	45.93 1	3977.69 1	52.92 1
42.98 1	36.99 2	96.33 1	41.69 1	51.09 1	31.16 1
40.89 2	35.80 1	90.32 1	27.10 1	50.71 1	48.75 1
39.89 1	34.69 1	89.28 1	21.39 1	50.35 1	46.34 2
39.52 1	12.25 2	88.63 1	19.32 1	02.02 1	44.17 1
39.01 1	5274.44 1	87.58 1	14.80 1	01.43 1	38.24 1
38.56 1	70.03 1	87.06 1	14.33 1	00.08 1	35.84 1
37.92 1	59.40 1	83.05 1	13.93 1	3884.04 1	31.36 2
35.60 1	45.56 2	75.33 1	11.33 2	47.34 1	3195.12 1
34.97 1	24.31 1	74.96 1	4195.00 1	44.48 1	34.21 1
33.84 3	03.71 10	52.03 3	94.43 1	12.15 1	32.96 1
30.09 2	00.41 10	51.39 3	89.62 1	3373.89 1	74.17 1
17.48 1	5198.32 1	45.71 2	76.01 1	65.40 1	63.33 1
13.78 3	94.75 1	28.77 1	74.12 1	63.43 1	50.50 1
10.18 1	90.06 1	22.32 1	73.75 1	48.81 1	31.63 1
09.52 1	88.59 1	11.80 1	70.40 1	41.31 1	30.03 1
08.73 1	81.13 1	10.81 1	70.13 1	37.77 1	29.94 1
01.33 1	64.65 1	07.00 1	66.42 1	30.25 1	29.65 1
00.86 1	63.35 1	4779.67 1	65.51 1	26.74 1	27.64 1
5399.66 3	62.45 1	63.25 1	65.22 1	25.81 1	22.44 1
98.99 1	49.45 1	66.72 1	64.36 1	18.25 1	3073.99 1
93.14 1	46.60 1	63.31 1	63.43 1	13.35 1	69.03 1
97.35 3	44.96 1	60.86 1	62.51 1	04.33 1	47.61 1
95.97 3	43.28 1	44.94 1	61.31 1	3491.15 1	46.93 1
93.51 2	37.55 1	03.63 1	58.34 1	74.51 1	2995.30 1
88.47 1	35.73 1	03.13 1	54.53 1	48.46 1	89.52 3
86.89 1	31.31 1	4890.36 1	51.34 1	33.63 1	2770.30 1
86.06 1	30.23 1	79.54 1	50.71 1	3373.22 1	
84.95 2	28.03 1	67.43 1	50.33 1	46.62 1	
83.87 2	27.24 1	65.52 1	40.15 1	41.01 1	
82.62 1	19.63 1	37.40 1	34.57 1	29.76 1	
81.03 1	15.75 1	23.37 1	33.70 1	25.96 1	

FLUOR ($F = 19.0$, $Z = 9$).

Literatur.

- [13] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 3. Bd. Wien, bei Deuticke (1912).
- [14] C. Porlezza, Sugli spettri del silicio e del fluoro in tubo di Geissler. *Gaz. chim. Ital.* 42, II p. 42—54 (1912).
- [15] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der Grundspektren. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 145—205 (1913).
- [16] F. Bögemann, Beiträge zur Kenntnis der Spektren der Halogene. Manuskript. Dissertation Münster 1918.
- [17] E. S. Imes, Measurements on the near infra-red absorption of some diatomic gases. *Astrophys. J.* 50 p. 251—278 (1919).
- [18] A. Kratzer, Die ultraroten Rotationsspektren der Halogenwasserstoffe. *Zs. f. Physik* 3 p. 289—307 (1920).
- [19] H. M. Randall and E. S. Imes, The fine-structure of the near infra-red absorption bands of the gases HCl, HBr and HF. *Phys. Rev.* (2) 15 p. 152—155 (1920).
- [20] W. R. Smythe, The spectrum of fluorine. *Astrophys. J.* 54 p. 133—139 (1921).

Zu dem so wenig bekannten Spektrum des Fluor sind mehrere neue Messungen hinzugekommen, welche aber die Kenntnis nicht sehr wesentlich gebessert haben. Exner und Haschek [13] erzeugen das Spektrum durch Funken zwischen Gaskohle, auf welche Fluorkalium gebracht ist. Porlezza [14] dagegen vergleicht Geißleröhren aus Glas, die mit Siliciumchlorid und -fluorid gefüllt sind. Die gemeinsamen Linien werden dem Si zugerechnet, die im zweiten Rohr übriggelassenen dem F. Smythe [20] endlich benutzt ein Geißlerrohr mit Goldelektroden, durch welches dauernd F strömt. Trotzdem er ein Fenster aus Fluorit verwendet, erhält er nur einige Linien im äußersten Rot, während Porlezza und Exner und Haschek reichlich Linien im Ultraviolett erhielten. Vergleicht man freilich diese beiden Messungsreihen, so würde man glauben, daß es sich um verschiedene Elemente handelt; nur in der Gegend von λ 3900 ist eine Liniengruppe gemeinsam, sonst ist im ganzen Ultraviolett eine merkwürdige Verschiedenheit. Man muß allerdings bedenken, daß es sich um verschieden erzeugte Spektren handelt. Mit Lunt, der des Vergleichs halber aus Band V noch einmal abgedruckt ist, stimmt Porlezza qualitativ genügend überein. Scharbach [15] findet bei der Untersuchung von KF_2 in Geißleröhren einige Fluorlinien, ebenso Bögemann [16], deren Zahlen in der folgenden Tabelle angeführt sind, weil sie die bei diesem Verfahren intensivsten Linien kennzeichnen.

	Smythe	Porlezza Rohr	Exner u. Haschek Funke	Lunt Rohr	Rügemann Rohr
	[20]	[14]	13'	12	16
7084	1				
6908	.9 1				
01	.4 2				
6868	.6 2				
55	.1 6				
38	.9 2				
6772	.1 2d?	.14 6			
91	—	1.00 2			
6418	9 8	8.74 10			
6848	6 9	8.74 10			
6299	.2 10	9.64 10			
4934		.70 2			
4860		.50 4			
4446		.79 10		.6 20u	
23		—	.8 1u		
4200		.17 8	.0 2u	.1 7	
88		—	.6 1u		
77		.81 8	—		
75		.84 8	—		
46		.82 15	—	.5 30u	
21		.91 2	—		
18		.60 2	—		
07		.88 4	—		
4192		.85 2	—		
87		—	.8 1u	—	
66		—	.8 1u	—	
58		—	.0 1u	—	
19		.17 5	—	.1 8	
16		.54 6	—	.6 2	
12		.76 4	—	.8 2	
09		.90 8	.1 1u	.1 5	
08		.47 10	—	.4 10	
4084		—	.8 1u	—	
84		.01 8	.8 1u	.8 2	.85— 2
82		—	—	—	—
89		—	.7 2u	—	—
25		.03 10	.4 8u	.1 10nd	—
24		—	.7 5u	—	—
3974		.75 5	—	—	—
72		.45 5	—	—	—
28		—	.5 1u	—	—
14		—	.25? 1	—	—
03		.68 4	.9 1u	.8 1	—
01		.88 5	2.05 2	.9 1	.08— 5
3899		.25 6	8.88 2	8.8 2	—
51		.88 6	.65 8	.6 1	.62— 2
50		.10 7	9.95 2	.0 2	.50— 3

1) Scharbach [15] 4085.8.

2) Scharbach [15] 3862.0.

2) Scharbach 15, 3805.9.

4) Scharbach [15] 3850.2.

	Porlezza Rohr	Exner u. Haschek Funke	Lunt Rohr	Bögemann Rohr
	[14]	[13]	[12]	[16]
3847	.18 8	.05 5	.1 3	47.— 4 1)
43	—	.1 1u	—	—
18	—	.3 2u	—	—
10	.17 3	—	—	—
04	.28 5	—	—	—
(X)	—	.8 1u	—	—
3740	—	.5 1u	—	—
06	—	.1 1u	—	—
04	—	.6? 1u	—	—
3679	.35 3	—	—	80.— 1
67	.45 2	—	—	—
42	.66 2	—	—	49.— 5r
41	.61 2	—	—	—
40	.68 3	—	—	—
37	—	.8 1u	—	—
16	—	.6 1u	—	—
09	—	.8 2u	—	—
06	.58 1	—	—	—
02	.49 6	.9 1u	—	—
01	.01 5	.5 1u	—	—
3598	.30 5	.8 1u	—	—
95	.59 2	—	—	—
90	.12 5	—	—	—
84	.40 3	—	—	—
87	.49 2	—	—	—
82	—	.8 1u	—	—
77	—	.2 1u	—	76.— 2u 2)
61	—	.7 1u	—	—
46	—	.4 1u	—	—
43	.84 1	—	—	—
42	—	.1 1u	—	—
41	.18 5	—	—	—
35	.28 3	—	—	—
34	.42 2	—	—	—
22	.19 3	—	—	20.— 3
11	—	.1 1u	—	—
04	.99 10	5.75 3	—	—
03	—	.85 2	—	—
02	.06 9	—	—	—
00	.94 3	1.85 1	—	00.— 1
3492	—	.00 2u	—	—
80	—	.4 1u	—	—
77	—	.3 1u	—	—
74	.14 5	—	—	—
72	.44 5	—	—	—
16	.45 4	—	—	—
13	.82 3	—	—	—
10	—	.4 1u	—	—

1) Scharbach 3847.3.

2) Scharbach 3576.5.

	Porlezza Rohr	Exner u. Haschek Funke	Bügemann Rohr		Porlezza Rohr	Exner u. Haschek Funke	Bügemann Rohr
	(14)	(18)	(16)		(14)	(13)	(16)
3408	.28 3	—	—	3233	.23 2	—	—
06	.44 3	—	—	29	.45 1	—	—
3376	.01 2	—	—	21	—	.2 1u	—
72	.53 3	—	—	18	—	.7 1u	—
70	—	.97 1u	—	02	—	.9 2u	—
44	—	.8 1u	—	01	.16 3	—	—
38	—	.14 2	—	3197	.01 1	—	—
18	—	.8 3u	—	93	.23 1	—	—
14	—	.6 1u	—	86	.06 1	—	—
11	—	.067 1	—	84	.09 1	—	—
06	—	.7 1u	—	64	.08 4	—	(69) 7
02	.81 2	—	—	51	.70 3	—	(60) 7
01	—	.757 2	—	47	.81 2	—	—
3295	.36 2	—	—	45	.78 1	—	—
90	—	.9 2u	—	40	—	.2 1u	—
88	—	.1 2u	—	38	—	.9 1u	—
86	—	.767 2	—	30	—	.0 2u	—
78	—	.4 1u	—	23	—	.2 2u	—
74	—	.1 2u	—	2083	—	.6 1u	—
71	—	.6 2u	—	2004	—	.1 1u	—
62	.70 3	—	—	24	—	.4 1u	—
40	.79 3	—	—				

Verbindungsspektren.

Imes [17] gelingt es, mit Gitter und Thermokule die Absorptionsbanden einiger Gase im Ultrarot weitgehend aufzulösen; dazu gehört HF , dessen Band bei 2.5μ in 18 Zacken aufgelöst wird. Diese Bandenspektren haben darum besonderes Interesse, weil sie eine vorzügliche Gelegenheit geben, die Theorie der Rotationsspektren zu prüfen. Das tut denn auch Imes selbst, in viel vollständiger Weise aber Kratzer [18].

Eine noch genauere Messung dieses Bandes liefern endlich Randall und Imes [17].

Imes mißt Absorptionsmaxima bei

2.87911 μ	2.45330	2.57701	2.70567.
2.89589	2.47581	2.60778	
2.41380	2.49874	2.69848	
2.43280	2.54892	2.67004	

Smythe [20] beobachtet im Geißlerrohr eine Anzahl nach Rot abachattierter Banden, die er dem Kohlenstofftetrafluorid zuschreibt. Die Kanten sind:

6525 10	6108 10	5411 5
6500 5	5900 1	5105 3
6209? 0	5745 9	4829 1.

EISEN ($\text{Fe} = 55.85$, $Z = 26$).

Literatur.

- [115] Sir N. Lockyer and F. E. Baxandall, Enhanced lines of titanium, iron and chromium in the Fraunhoferic spectrum. *Monthly Not.* 65, App. 1 p. [2]—[14] (1904). Vgl. [72].
- [116] A. Fowler, Enhanced lines of iron in the region F to C. *Monthly Not.* 67 p. 154—156 (1905). Vgl. [85].
- [117] J. H. Pollok and A. G. G. Leonard, Quantitative spectra of Fe, Al, Cr, Si, Zn, Au, Ni and Co. *Dublin Proc.* 18 p. 217—228 (1907).
- [118] A. S. King, The production of spectra by an electrical resistance furnace in hydrogen atmosphere. *Astrophys. J.* 27 p. 353—362 (1908).
- [119] P. Eversheim, Wellenlängennormale im Eisenspektrum. *Ann. d. Phys.* (4) 30 p. 315—339 (1909); *Astrophys. J.* 31 p. 76—77 (1910).
- [120] G. A. Hemsalech et C. de Watteville, Sur le spectre de flamme à haute température du fer. *C. R.* 150 p. 329—332 (1910).
- [121] G. A. Hemsalech, Sur la durée de l'émission de raies spectrales par les vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique. *C. R.* 150 p. 1743—1745 (1910).
- [122] A. de Gramont, Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des divers régions du soleil. *C. R.* 150 p. 37—40 (1910).
- [123] A. H. Pfund, Standard wave-lengths of iron lines. *Johns Hopkins Univ. Circ.* (2) 2 p. 29—34 (1910).
- [124] E. Donck, Das Emissionsspektrum des Eisenoxys im elektrischen Lichtbogen. *Wien. Ber.* 119, IIa p. 437—452 (1910).
- [125] H. B. van Bilderbeek van Meurs, Magnetische Splittings van het ultraviolette Ijzerspectrum. *Dissert.* Amsterdam 1910.
- [126] G. A. Hemsalech, L'influence du champ magnétique sur la durée des raies spectrales émises par les vapeurs lumineuses dans l'étincelle électrique. *C. R.* 151 p. 750 bis 752 (1910).
- [127] Ch. Fabry et H. Buisson, Étude de quelques propriétés spectroscopiques et électriques de l'arc entre métaux. *J. de phys.* (4) 9 p. 929—954 (1910); *C. R.* 150 p. 1674 bis 1676 (1910).
- [128] H. Kayser, Standards of third order of wave-length on the international system. *Astrophys. J.* 32 p. 217—225 (1910); *Zs. f. wiss. Photogr.* 9 p. 173—185 (1911).
- [129] H. Buisson et Ch. Fabry, Sur l'arc électrique dans une atmosphère à faible pression. *C. R.* 151 p. 233—235 (1910).
- [130] A. S. King, The correspondence between Zeemaneffect and pressure displacement for the spectra of iron, chromium and titanium. *Astrophys. J.* 31 p. 433—458 (1910).
- [131] H. Kayser, Ch. Fabry, J. S. Ames, Secondary standards of wave-length, international system, in the arc spectrum of iron. Adopted by the solar union 1910. *Astrophys. J.* 32 p. 215—216 (1910). Nachtrag: *Astrophys. J.* 33 p. 85 (1911).
- [132] A. S. King, The effect of pressure upon electric furnace spectra. *Astrophys. J.* 34 p. 87—88 (1911).
- [133] F. Papenfus, Die Brauchbarkeit der 'Koinzidenzmethode zur Messung von Wellenlängen. *Dissert.* Münster 1911. *Zs. f. wiss. Photogr.* 9 p. 332—346, 349—360 (1911).
- [134] J. M. Graftdijk, Magnetische splittings van het nikkel- en kobalt-spectrum en van het ijzer-spectrum. *Akadem. Proefschr.* Amsterdam 1911; *Arch. Néerl.* (III A) 2 p. 192—220 (1912).
- [135] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 2, 3 Wien, bei Deuticke 1911 u. 1912.

- [136] Sir N. Lockyer, On the iron flame spectrum and those of sun-spots and lower-type stars. *Proc. Roy. Soc. A.* 86 p. 78–80 (1911).
- [137] J. M. Eder und E. Valenta, *Atlas typischer Spektren*. Wien 1911 bei Hölder.
- [138] W. N. Hartley, On some mineral constituents of a dusty atmosphere. *Proc. Roy. Soc. A.* 85 p. 271–275 (1911).
- [139] A. S. King, The effect of pressure upon electric furnace spectra. *Astrophys. J.* 35 p. 183–212 (1912).
- [140] A. S. King, The influence of a magnetic field upon the spark spectra of iron and titanium. *Carnegie Instit. of Wash. Publ.* 153 (1912); *Astrophys. J.* 34 p. 226–250 (1911).
- [141] H. G. Gale and W. Adams, An investigation of the spectra of iron and titanium under moderate pressure. *Astrophys. J.* 35 p. 10–47 (1912). *Phys. Rev.* 34 p. 143–144 (1912).
- [142] H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenanode. *Za. f. wiss. Photogr.* 11 p. 69–87, 119–132 (1912).
- [143] A. de Gramont, Sur les raies ultimes et de grande sensibilité du Mn, du Fe, du Ni et du Co. *C. R.* 155 p. 270–279 (1912).
- [144] F. Goos, Wellenlängennormalen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System. I. Teil von λ 4242 bis 5324. *Za. f. wiss. Photogr.* 11 p. 1–12 (1912). *Astrophys. J.* 35 p. 221–232 (1912).
- [145] P. Everaheim, Weitere Messungen über Wellenlängennormale im Eisenspektrum. *Ann. d. Phys.* (4) 36 p. 1071–1076 (1911).
- [146] O. Lüttig, Das Zeemanphänomen von Cu, Fe, Au, Cr, Ni, Pd, Mn u. A im sichtbaren Spektrum. *Ann. d. Phys.* (4) 36 p. 43–70 (1912).
- [147] J. H. Pollock, On the vacuum tube spectra of some metals and metallic chlorides. *Dubl. Proc. (N. S.)* 18 p. 263–268 (1912).
- [148] H. Buissan und Ch. Fabry, Wellenlängen im Eisenspektrum. *Ann. d. Phys.* (4) 36 p. 245–246 (1912).
- [149] F. Goos, Wellenlängen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System. Fortsetzung: Von λ 5328–6495. *Za. f. wiss. Photogr.* 11 p. 305–316 (1912); *Astrophys. J.* 37 p. 48–59 (1913).
- [150] Ch. E. St. John and L. W. Ware, Tertiary standards with the plane grating, the testing and selection of standards. *Astrophys. J.* 36 p. 14–53 (1912).
- [151] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines... *Proc. Roy. Soc. A.* 87 p. 38–48 (1912).
- [152] L. Geiger, Ein lichtstarker, glasfreier stigmatischer Gitterspektrograph... *Ann. d. Phys.* (4) 39 p. 752–786 (1912).
- [153] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineuses... *C. R.* 154 p. 872–874 (1912).
- [154] A. S. King, Summary of a study of the electric furnace spectrum of iron. *Phys. Rev.* (2) 1 p. 233–239 (1913).
- [155] H. G. J. Moseley, The high-frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* (6) 26 p. 1024–1034 (1913). — *Ibid.* (6) 27 p. 703–713 (1914).
- [156] A. S. King, A study of the relation of arc and spark lines by means of the tube arc. *Astrophys. J.* 36 p. 131–156 (1913). *Mt. Wilson Contrib.* 75.
- [157] A. S. King, The variation with temperature of the electric furnace spectrum of iron. *Astrophys. J.* 37 p. 232–281 (1913). *Mt. Wilson Contrib.* 66.
- [158] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 207 bis 235 (1913).
- [159] K. Burns, Mesures interférentielles de longueurs d'onde dans le spectre du fer. *C. R.* 156 p. 1611–1612 (1913); *J. de phys.* (5) 8 p. 457–468 (1913).
- [160] Ch. E. St. John and L. W. Ware, Tertiary standards... *Astrophys. J.* 36 p. 209–232 (1913). *Mt. Wilson Contrib.* 75.
- [161] H. G. Gale and W. S. Adams, On the pressure shift of iron lines. *Astrophys. J.* 37 p. 391–394 (1913).
- [162] F. Goos, Weiterer Beitrag zur Feststellung eines Normalsystems von Wellenlängen im Bogenspektrum des Eisens. *Za. f. wiss. Photogr.* 12 p. 259–275 (1913); *Astrophys. J.* 38 p. 141–157 (1913).

- [163] K. Burns, The arc spectrum of iron. Lick Observ. Bull. Nr. 247, 8 p. 27 bis 46 (1913).
- [164] H. Kayser, Über den gegenwärtigen Stand der Wellenlängenmessungen. *Zs. f. wiss. Photogr.* 12 p. 296—308 (1913).
- [165] S. Hamm, Messungen im Bogenspektrum des Nickels. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 105—130 (1913).
- [166] Ch. Fabry et H. Buisson, Sur les étalons de longueurs d'onde. *J. de Phys.* (5) 3 p. 613—622 (1913).
- [167] M. de Broglie, Sur les spectres des rayons de Röntgen émis par des antikatodes du cuivre, de fer, d'or. *C. R.* 158 p. 623—625 (1914).
- [168] T. Royds, A preliminary note on the displacement to the violet of some lines in the solar spectrum. *Kodakikanal Bull.* 38 p. 59—69 (1914).
- [169] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. *Kodakikanal Bull.* 40 (1914).
- [170] W. H. Bragg and S. E. Peirce, The absorption coefficient of X-rays. *Phil. Mag.* (6) 28 p. 626—630 (1914).
- [171] L. Janicki und R. Seeliger, Über die Lichtemission von Metaldämpfen in der Glimentladung. *Ann. d. Phys.* (4) 44 p. 1151—1168 (1914).
- [172] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. *Münch. Ber.* 1914 p. 329—338.
- [173] K. Burns, Das Bogenspektrum des Eisens. Fortsetzung. *Zs. wiss. Photogr.* 13 p. 235—244 (1914).
- [174] L. Janicki, Wellenlängennormalen dritter Ordnung aus dem Bogenspektrum des Eisens von λ 4282 bis λ 4903. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 173—185 (1914).
- [175] H. Kayser, J. S. Ames, H. Buisson, F. Paschen, Secondary standards of wave-length, international system, in the arc spectrum of iron, adopted by the solar union 1913. *Astrophys. J.* 39 p. 93—94 (1914). — Cfr. *Physik. Zs.* 15 p. 168—166 (1914).
- [176] H. Viefhaus, Ein Beitrag zur Bestimmung tertiärer Normalen der Gegend λ 2987—4118 in dem Bogenspektrum des Eisens. *Zs. f. wiss. Photogr.* 13 p. 209—234 (1914).
- [177] A. S. King and P. P. Koch, An application of the registering microphotometer to the study of certain types of laboratory spectra. *Astrophys. J.* 39 p. 218—229 (1914). *Mt. Wilson Contrib.* 77.
- [178] H. Werner, Messung von Wellenlängennormalen im internationalen System für den roten Spektralbereich. *Ann. d. Phys.* (4) 44 p. 289—296 (1914).
- [179] P. Eversheim, Wellenlängennormalen zweiter Ordnung im roten Teil des Eisenspektrums. *Ann. d. Phys.* (4) 45 p. 454—456 (1914).
- [180] J. Lang, Über veränderliche Linien im Bogenspektrum des Eisens. *Dissert. Bonn* 1914; *Zs. f. wiss. Photogr.* 15 p. 223—228, 229—253 (1915).
- [181] E. Paulson, Konstante Differenzen in Linienspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 45 p. 419—430 (1914).
- [182] F. Goos, Wellenlängen aus dem Bogenspektrum des Eisens im internationalen System. *Astron. Nachr.* 199, Nr. 4755 p. 33—44 (1914).
- [183] E. G. Bilham, On the wave-lengths of iron arc lines in the neighbourhood of the calcium H and K. *Astrophys. J.* 42 p. 469—472 (1915).
- [184] E. Wagner, Spektraluntersuchungen an Röntgenstrahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 46 p. 868—892 (1915).
- [184a] S. Albrecht, Anomalous dispersion in the sun. *Astrophys. J.* 41 p. 333—353 (1915).
- [185] H. Babcock, Review of laboratory studies on the Zeeman effect at Mt. Wilson Solar observatory. *Phys. Rev.* (2) 6 p. 508—509 (1915).
- [186] A. S. King, The tube-arc spectrum of iron and a comparison with dissymmetries in spark spectra. *Astrophys. J.* 41 p. 373—394 (1915). *Mt. Wilson Contrib.* 103.
- [187] A. E. St. John and H. D. Babcock, Variability of spectrum lines in the iron arc. *Proc. Nat. Acad.* 1 p. 181—186 (1915). *Mt. Wilson Comm.* 5.
- [188] E. St. John and H. D. Babcock, On the pole effect in the iron arc. *Proc. Nat. Acad.* 1 p. 295—298 (1915). *Mt. Wilson Comm.* 7.

- [189] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, A study of the pole effect in the iron arc. *Astrophys. J.* 42 p. 281—282 (1915). *Mt. Wilson Contrib.* 103.
- [190] K. Burns, Interference measurements of wave-lengths in the iron spectrum. *So. Pap. Bur. Stand. Nr. 251; Bull.* 12 p. 179—205 (1915).
- [191] K. Burns, Mesures interférentielles de longueurs d'onde dans la partie ultra-violet du spectre de fer. *C. R.* 160 p. 243—244 (1915).
- [192] Ph. E. Robinson, The spectra of cathod metals. *Astrophys. J.* 42 p. 473—478 (1915).
- [193] A. S. King, An attempt to detect the mutual influence of neighbouring lines in electric furnace spectra showing anomalous dispersion. *Proc. Nat. Acad.* 2 p. 461 (1916).
- [194] M. Siegbahn, Über die Röntgenspektren der chemischen Elemente. *Jahrb. Radioact.* 18 p. 298—341 (1916).
- [195] Ch. St. John, The situation in regard to Rowlands preliminary table of solar spectrum wave-lengths. *Proc. Nat. Acad.* 2 p. 226—229 (1916). *Mt. Wilson Comm.* 28.
- [196] J. Hartmann, Tabellen für das Rowlandsche und das internationale Wellenlängensystem. *Astron. Mitt. Sternwarte Göttingen* 19 (1916).
- [197] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenmessungen im roten und infraroten Spektralbezirk. *Ann. d. Phys.* (4) 50 p. 713—724 (1916).
- [198] S. Hoeltzenbein, Messungen im Bogenpektrum des Eisens zwecks Bestimmung tertärer Normalen. *Dissert. Münster* 1916. *Zs. f. wiss. Photogr.* 16 p. 225—253 (1916).
- [199] M. Siegbahn u. W. Stenström, Über die Hochfrequenzspektren (K-Reihe) der Elemente Chrom bis Germanium. *Physik. Zs.* 17 p. 48—51 (1916).
- [200] M. Siegbahn u. W. Stenström, Die Röntgenspektren der Elemente Natrium bis Chrom. *Physik. Zs.* 17 p. 318—319 (1916).
- [201] K. Burns, W. F. Meggers and P. W. Merrill, Interference measurements of wave-lengths in the iron spectrum. *So. Pap. Bur. of Stand. Nr. 274 (1916). Bull.* 13 p. 245 bis 278 (1916).
- [202] A. E. Becker, An experimental study of a theory of the complex Zeeman effect. *Astrophys. J.* 44 p. 236—243 (1916).
- [203] A. S. King and E. Carter, Preliminary observations of the spectra of calcium and iron when produced by cathodo-luminescence. *Astrophys. J.* 44 p. 303—310 (1916). *Mt. Wilson Contrib.* 125.
- [204] Sir N. Lockyer and H. E. Goodson, On the oxy-hydrogen flame spectrum of iron. *Proc. Roy. Soc. A.* 92 p. 260—265 (1916).
- [205] G. A. Hemsalech, Sur le groupement des raies du fer sous l'influence sélective d'actions thermiques et chimiques. *C. R.* 163 p. 757—759 (1916).
- [206] H. D. Babcock and Ch. St. John, Elimination of pole-effect from secondary standards of wave-length. *Phys. Rev.* (2) 9 p. 577 (1917).
- [207] A. S. King, A study with the electric furnace of the anomalous dispersion of metallic vapours. *Astrophys. J.* 45 p. 254—268 (1917). *Mt. Wilson Contrib.* 130.
- [208] S. Pita de Rubels, Nuevas rayas del hierro entre 2300 y 1900 Å en el espectro de arco en el aire. *Anal. Soc. Espan. de Fis. y Quim.* 15 p. 434 (1917).
- [209] G. A. Hemsalech, On the relative behaviour of the light radiation emitted by iron vapour under the influence of thermal and chemical actions in flames. *Phil. Mag.* (6) 33 p. 1—18 (1917).
- [210] G. A. Hemsalech, On the origin of the line spectrum emitted by iron vapour in the explosion region of the air-coal gas flame. *Phil. Mag.* (6) 34 p. 221—242 (1917).
- [211] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, The development of a source for standard wave-lengths and the importance of their fundamental values. *Proc. Nat. Acad.* 3 p. 505 bis 507 (1917). *Mt. Wilson Comm.* 48.
- [212] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, The elimination of pole effect from the source for secondary standards of wave-lengths. *Astrophys. J.* 46 p. 188—186 (1917).
- [213*] F. Takamine and Shigeharu Nitta, The spark and the vacuum arc spectra of some metals in the extreme ultra-violet. *Mem. Coll. Kyoto* 2 p. 117—135 (1917). *J. Chem. Soc.* 112 (2) p. 402 (1917).
- [214] G. A. Hemsalech, A comparative study of the flame and furnace spectra of iron. *Phil. Mag.* (6) 36 p. 209—230 (1918).

- [215] G. A. Hemsalech, On the origin of the line spectrum of iron vapour in an electric tube resistance furnace. *Phil. Mag.* (6) 36 p. 281—296 (1918).
- [216] W. F. Meggers and C. C. Kiess, Wave-lengths of the red and infra-red spectra of iron, cobalt and nickel arcs. *Sc. Pap. Bur. of Stand.* No. 324 (1918).
- [219] W. Duane and Kang-Fuh-Hu, On the X-ray absorption frequencies characteristic of the chemical elements. *Phys. Rev.* 14 p. 516—521 (1919).
- [220] A. S. King, Discussion of some evidence on the origin of radiation in the tube resistance furnace. *Astrophys. J.* 49 p. 48—53 (1919).
- [221] A. Hagenbach et K. Langbein, Détermination de la température aux électrodes de l'arc. *Arch. sc. phys. et nat.* (5) 1 p. 48—54 (1919).
- [222] A. Hagenbach, Une nouvelle répartition de raies dans le spectre du fer. *C. R. Soc. Suisse de phys.* p. 231—235 (1919).
- [223] H. Schumacher, Messungen im Bogenspektrum des Eisens nach dem internationalen System unterhalb λ 2373. *Zs. f. wiss. Photogr.* 19 p. 149—158 (1919).
- [224] F. Takamine, The stark effect for metals. *Astrophys. J.* 50 p. 23—41 (1919). *Mt. Wilson Contrib.* 169.
- [225] H. M. Randall and E. F. Barker, The infra-red arc spectrum of iron. *Astrophys. J.* 49 p. 42—47 (1919).
- [226] E. Carter and A. S. King, A further study of metallic spectra produced in high vacua. *Astrophys. J.* 49 p. 224—236 (1919). *Mt. Wilson Contrib.* 166.
- [227] J. C. McLennan and R. J. Lang, An investigation of extreme ultra-violet spectra with a vacuum-grating spectrograph. *Proc. Roy. Soc.* 95 p. 268—273 (1919).
- [228] J. C. McLennan, D. S. Ainslie and D. S. Fuller, Vacuum arc spectra of various elements in the extreme ultra-violet. *Proc. Roy. Soc.* 95 p. 316—332 (1919).
- [229] M. Siegbahn, Precision measurements in the X-ray spectra. *Phil. Mag.* (6) 37 p. 601—612 (1919). — *Ann. d. Phys.* (4) 59 p. 58—72 (1919).
- [230] H. Pickhan, Untersuchung des Systems der Eisennormalen in den Bereichen λ 2986 bis λ 3248 und λ 4404 bis λ 4878. *Diss. Münster* 1919. *Manusk.*
- [231] K. Behner, Über das Bogenspektrum des Titans. *Diss. Münster* 1920. *Manusk.*
- [232] A. S. King, Experiments on the possible influence of potential difference on the radiation of the tube resistance furnace. *Astrophys. J.* 52 p. 187—197 (1920). *Mt. Wilson Contrib.* 193.
- [233] A. S. King, The characteristics of absorption spectra produced by the electric furnace. *Astrophys. J.* 51 p. 13—22 (1920). *Mt. Wilson Contrib.* 174.
- [234] A. de Gramont, Tableau des raies de grande sensibilité des éléments, destiné aux recherches analytiques. *C. R.* 171 p. 1106—1110 (1920).
- [235] Niels Stenstrom, Über die Dubletten in der K-Reihe der Röntgenspektren. *Zs. f. Phys.* 3 p. 60—82 (1920).
- [236] A. S. King, Preliminary observations of the Zeeman effect for electric furnace spectra. *Astrophys. J.* 51 p. 107—120 (1920). *Mt. Wilson Contrib.* 180, 181.
- [237] J. A. Anderson, The spectrum of electrically exploded wires. *Astrophys. J.* 51 p. 37—48 (1920).
- [238] R. A. Millikan, The extension of the ultraviolet spectrum. *Astrophys. J.* 52 p. 47—64 (1920).
- [239] J. Meunier, Principes de l'analyse au moyen des flammes réductrices etc. *C. R.* 172 p. 678—681 (1921).
- [240] E. Carter, Character of the spectra produced by high potential sparks in a vacuum. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 486 (1921).
- [241] A. S. King, Recent observations of absorption spectra. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 335—336 (1921).
- [242] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'ultraviolet extrême. *J. de phys. et le Radium* (6) 2 p. 229—257 (1921).
- [243] E. H. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultra-violet. *Phys. Rev.* (3) 18 p. 461—476 (1921).
- [244] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 528—539 (1921).

- [245] Annual Report of the Director of the Mt. Wilson Observatory, Yearbook Carnegie Inst. 20 p. 215—294 (1921).
- [246] L. et E. Bloch, Sur quelques spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 803—805 (1921).
- [247] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle du fer et du cobalt dans l'ultraviolet extrême. C. R. 172 p. 851—853 (1921).
- [248] W. Duane and H. Fricke, On the absorption of X-rays by chromium, manganese and iron. Phys. Rev. (2) 17 p. 529—530 (1921).
- [249] E. Hjalmar, Präzisionsbestimmungen in der K-Reihe der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 1 p. 439—458 (1921). — Ibid. 7 p. 341—350 (1921).
- [250] R. A. Millikan, J. S. Bowen and R. A. Sawyer, The vacuum-spark spectra in the extreme ultra-violet of carbon, iron and nickel. Astrophys. J. 53 p. 164—160 (1921).
- [251] Fr. Müller, Beitrag zur Aufstellung des Systems internationaler Wellenlängennormalen. Dissert. Bonn 1921. Zs. f. wiss. Photogr. 22 p. 1—20 (1922).
- [252] E. Gehrcke, Symmetrische, miteinander gekoppelte Liniengruppen im Eisen-spektrum. Ann. d. Phys. (5) 65 p. 640—642 (1921).
- [253] Ch. E. St. John and H. D. Babcock, Wave-lengths of lines in the iron arc from grating and interferometer measures. Astrophys. J. 53 p. 290—290 (1921).
- [254] H. Nagaoka, On the measurement of pole-effect and its connection with magnetic separation. Astrophys. J. 53 p. 329—338 (1921).
- [255] Fr. L. Brown, A determination of the wave-lengths of 114 titanium lines by means of the interferometer. Astrophys. J. 55 p. 53—70 (1922).
- [256] M. Siegbahn und V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. Zs. f. Phys. 10 p. 159—168 (1922).
- [257] A. S. King, Ionization and absorption effects in the electric furnace. Proc. Nat. Acad. of. Sc. 8 p. 123—125 (1922).
- [258] A. S. King, Electric furnace experiments, involving ionization phenomena. Astrophys. J. 55 p. 380—390 (1922).
- [259] E. Carter, The vacuum spectra of the metals. Astrophys. J. 55 p. 162—165 (1922). Mt. Wilson Contrib. 219.
- [260] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. C. R. 174 p. 1456 bis 1457 (1922).
- [261] V. Dolejšek, Sur les lignes K_a des éléments légers. C. R. 174 p. 441—442 (1922).
- [262] A. S. King, The electric furnace spectrum of iron in the ultra-violet, with supplementary data for the blue and violet. Astrophys. J. 55 p. 313—340 (1922).
- [263] P. W. Merrill, The behaviour of spectral lines at the positive pole of the metallic arc. Astrophys. J. 55 p. 475—482 (1922). Mt. Wilson Contrib. 253.
- [264] G. Wentzel, Bericht über neuere Ergebnisse der Röntgenspektroskopie. Naturw. 10 p. 369—381 (1922).
- [265] M. Siegbahn, Die letzte Entwicklung der Röntgenspektroskopie. Jahrb. Radioakt. 18 p. 240—292 (1922).
- [266] A. S. King, Ionization and absorption effects in the electric furnace. Proc. Nat. Acad. 8 p. 123—125 (1922). Mt. Wilson Contrib. 78.
- [267] J. A. Anderson, The spectral energy distribution and opacity of wire explosion vapors. Proc. Nat. Acad. 8 p. 241—253 (1922). Mt. Wilson Contrib. 82.
- [268] F. L. Mohler and P. D. Foote, X-ray limits beyond the range of spectroscopic measurements. Phys. Rev. (2) 20 p. 82—83 (1922).
- [269] E. Gehrcke, Bemerkung über Gruppenspektren. Physik. Zs. 23 p. 432—433 (1922). — Wiss. Abt. Reichsanstalt 6 p. 255—257 (1922).
- [270] V. Takahashi, Magnetic separation of iron lines in different fields. J. Tokyo 41 p. 1—69 (1921). — Ref. Jap. J. of Phys. 1 p. (5) (1922).
- [271] K. Yamada, Magnetic separations of the lines of iron, nickel and zinc in different fields. J. Tokyo 41 p. 1—64 (1921). — Ref. Jap. J. of Phys. 1 p. (4) (1922).
- [272] H. Nagaoka, On the measurement of pole effects and its connection with magnetic separation. Proc. Jap. Phys. Soc. (3) 4 (1922). — Ref. Jap. J. of Phys. 1 p. (18) (1922).

[273] H. Nagaoka and T. Mishirna, A combination of a concave grating etc. *Astrophys. J.* 57 p. 92—97 (1923).

[274] A. Hagenbach und H. Schumacher, Symmetrische Linienserien im Eisenspektrum. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 19—40 (1923).

[275] F. M. Walters, Regularities in the arc spectrum of iron. *J. Wash. Acad.* 13 p. 243—252 (1923).

Das Linienspektrum des Eisens ist in den vorhergehenden Bänden V und VI an zwei Stellen behandelt, nämlich kurz unter »Eisen« in Bd. V und ausführlich in Bd. VI p. 855 ff. unter Tabellen. Endlich ist auch bereits in Bd. I unter „Messungen“ desselben Spektrums im Zusammenhange mit der älteren Literatur eingehend gedacht worden. Die Ursache dieser besonderen Behandlung des Linienspektrums des Eisens liegt in dem doppelten Interesse, das es in spektroskopischer Hinsicht bietet. Einmal nämlich interessiert die genaue Kenntnis der Zusammensetzung und der Eigenschaften der Spektren des so weit verbreiteten, in vielen Lichtquellen (z. B. der Sonne) geradezu dominierenden Elementes seiner selbst willen; sodann ist bisher das Eisenspektrum fast ausschließlich als Vergleichsspektrum benutzt worden, und seine Linien bedürfen daher als Wellenlängennormalen einer besonderen Behandlung. Aus diesem Grund war in Bd. VI die Liste der Eisenlinien gesondert von den Wellenlängen der übrigen Elemente gebracht worden. In diesem Ergänzungsbande ist indes eine solche Trennung nicht angezeigt. Daher wird die vollständige Liste der Eisenlinien an ihrer normalen Stelle gegeben, gleichzeitig jedoch der Bedeutung der Wellenlängennormalen im Texte eingehend Rechnung getragen. Die Darstellung holt hierzu etwas weiter aus und wiederholt z. T. einiges schon in Bd. VI Gesagte.

Zwei allgemeine Bemerkungen seien vorangeschickt. Nachdem in neuerer Zeit fast alle Messungen auf das sogenannte internationale System bezogen werden und nachdem durch die Tabellen in Band VI und in diesem Bande einheitliche Angaben für alle Elemente in diesem System zu Gebote stehen, sollte man künftig es zur Vermeidung von Verwirrung unterlassen, Zahlenangaben im alten Rowlandschen System etwa durch Zitat der Zahlen von Exner und Haschek zu machen. Auf die Frage, in welchem Umfange und mit welcher Genauigkeit eine Umrechnung möglich ist, soll weiterhin noch eingegangen werden.

Die zweite Bemerkung bezieht sich auf die hier getübte kritische Behandlung der verschiedenen zu Gebote stehenden Messungen für das Eisenspektrum. Der Gedanke liegt nahe — und er ist auch ausgeführt worden — alle vorliegenden Messungen zu berücksichtigen, den einzelnen Beobachtern Gewichte zu geben und endgültige Werte abzuleiten durch Mittelbildung unter Berücksichtigung dieser Gewichte. Auf den ersten Blick hat dies Verfahren etwas bestechendes, da es scheinbar objektiv ist und jeden Beitrag zu berücksichtigen gestattet. Bei näherem Zusehen zeigt sich jedoch, daß die Objektivität nur scheinbar ist, und daß tatsächlich nichts gewonnen wird. Die Auswahl der Lichtquelle, die Güte der benutzten Instrumente, die Brauchbarkeit der verwendeten Hilfsnormalen und die Sorgfalt der Beobachter lassen sich nicht in

gerechter Weise durch Gewichte kennzeichnen. Bei einer kritischen Würdigung aller dieser Umstände kommt man vielmehr zu dem Schluß, daß von einer Messung zur anderen wenigstens hier beim Eisenspektrum ein Fortschritt zu verzeichnen ist, der unter Umständen eine ganze Reihe früherer Messungen als gänzlich überholt erscheinen läßt und sie von der Berücksichtigung bei der Mittelbildung ausschließt. So vollzieht sich die allmähliche Verbesserung der Wellenlängenwerte nicht durch die Häufung der Messungen an sich, sondern durch die Eliminierung zur Messung ungeeigneter Linien oder ungenauer Wellenlängenwerte und ihren Ersatz durch geeignetere bzw. durch die Aufstellung neuer mit verbesserten Methoden und Mitteln gewonnener Messungsreihen. Nachdem die relativ wenigen 1913 adoptierten internationalen Zahlen inzwischen teilweise überholt worden sind, fehlt es an einem Stamm allgemein angenommener Mittelwerte zweiter und dritter Ordnung. So lange nicht durch erweiterte und vervielfachte gleichzeitige Kontrolle mit Interferometer und Gitter alle Teile des Spektrums in gleichmäßiger Weise durchgeprüft worden sind, ist es wohl auch noch nicht an der Zeit, eine solche internationale Liste neu aufzustellen. Was einstweilen geschehen konnte, ist hier geschehen: So wie ich die einzelnen Messungsreihen auf Grund aller Nebenumstände und nach meiner eigenen Erfahrung beurteile, habe ich sie für die Liste ausgewählt, indem ich geringere oder veraltete Reihen ganz gestrichen habe. Dabei glaube ich allerdings, daß schon jetzt ein sehr zuverlässiges und für die meisten Zwecke ausreichend homogenes System von Linien vorliegt.

I. Die Wellenlängen des Bogen- und Funkenspektrums.

Als durch die Arbeiten Rowlands und die Entdeckung der Balmersehen Formel eine neue Belebung spektroskopischer Forschung eintrat, stellte sich die Notwendigkeit heraus, die Messungen aller Spektra auf eins zu beziehen. Kayser und Rungl [32, 33] schlugen als solches das Bogenspektrum des Eisens vor und gaben die erste vollständige Messung dieses Spektrums; es war im wesentlichen durch Anlehnung an die Rowlandschen Zahlen, zum Teil durch selbständige Benutzung der Koinzidenzmethode gewonnen. Dies Spektrum ist längere Jahre benutzt worden; aber es zeigte sich immer deutlicher, daß es, ebenso wie die Rowlandschen Tabellen, mit erheblichen inneren Fehlern behaftet sei. Nicht der Umstand, daß Rowland von einem absolut genommen falschen Werte der D-Linien ausgegangen war, sondern die durch Fabry und Perot [59, 62] zuerst gefundene Tatsache, daß die Fehler der Rowlandschen Messungen als Funktion der Wellenlänge dargestellt eine wellenförmige Kurve bilden mit einer Amplitude von etwa $\pm 0.02 \text{ \AA}$, zwang dazu, ein ganz neues Normalensystem aufzustellen, wenn man in der Wellenlängenmessung weiter kommen wollte. Zu der p. 890 Bd. VI gegebenen Vergleichskurve und zu den dort genannten Vergleichen zwischen den Rowlandschen Messungen und den auf die Cd-Normale gestützten sind neuerdings noch einige Vergleiche hinzugekommen. So gibt Hartmann [196] eine Kurve der Differenzen zwischen den

Wellenlängen der preliminary table und dem von ihm berechneten mittleren Rowlandschen System, aus der leicht der Übergang zum internationalen System zu machen ist. Die Kurve stimmt in der Hauptsache mit derjenigen aus Bd. VI überein. Einen direkten Vergleich dieser beiden Kurven führt Behner [231] aus. Er benutzt dazu die Rowlandschen Werte der Titanlinien zusammen mit eigenen neuen Messungen im internationalen System. Es zeigt sich, daß an einigen Stellen sich die Kurve aus Bd. VI, an anderen die Hartmannsche Kurve den Differenzen besser anschmiegt. In gewissen Wellenlängenbereichen passen beide Kurven gleich gut. Allein durchweg ist einleuchtend, daß höchstens die 0.01 Å durch die Kurve sicher gestellt werden können. Dazu lohnt aber eine weitere Verbesserung der Vergleichskurve der aufgewendeten Mühe nicht. In anderem Zusammenhange hat ferner Albrecht [184a] eine Tabelle und Kurve für die Differenzen der Eisenlinien der preliminary table und des internationalen Systems aufgestellt, die im wesentlichen den gleichen Gang zeigt, übrigens noch auf die Beschaffenheit der einzelnen Linien Rücksicht nimmt. St. John [195] macht hierzu ferner aufmerksam auf die Verschiedenheit des Verhaltens der Linien verschiedener Klassen (Gruppen a—d) und verschiedener Intensität innerhalb der gleichen Gruppe. Es erscheint nicht möglich, auf statistischem Wege einen brauchbaren Umrechnungsfaktor bzw. eine Umrechnungskurve zu gewinnen, die etwa gestattete, die Werte der p. t. auf die Genauigkeit des internationalen Systems der Bogenmessungen zu bringen. Auch diese Erwägung führt also dazu, es bei einer mäßigen Genauigkeit der Umrechnung bewenden zu lassen.

Glücklicherweise war damals die Internationale Vereinigung für Sonnenforschung gebildet worden, welche die Sache in die Hand nahm. Auf dem Kongreß in Oxford wurde beschlossen, gleichzeitig zu „absolut richtigen“ Zahlen überzugehen. Dazu sollte 1. die Vergleichung der Wellenlänge der roten Cadmiumlinie mit dem Meter, die schon Michelson ausgeführt hatte, wiederholt werden und diese Linie als Normale erster Ordnung benutzt werden. 2. Nach der vortrefflichen, von Fabry und Perot ersonnenen Interferenzmethode sollten Linien des Eisenbogens in Abständen von etwa 50 Å von wenigstens drei verschiedenen Beobachtern gemessen, und die Mittel als Normalen zweiter Ordnung bezeichnet werden. 3. Durch Messungen mit dem Gitter sollten zwischen ihnen die übrigen Eisenlinien interpoliert und als Normale dritter Ordnung allgemein benutzt werden.

Die erste Aufgabe wurde durch Benoit, Fabry und Perot¹⁾ gelöst. Den zweiten Schritt machten zuerst Fabry und Buisson [88], welche Normalen zwischen 649 und 237 lieferten. Ferner haben Eversheim [90, 119, 145, 179] zwischen 744 und 337, und Pfund [95, 123] zwischen 649 und 337 Messungen ausgeführt. Bei den Versammlungen der Sonnenvereinigung auf Mt. Wilson in Kalifornien 1910 und in Bonn im Jahre 1913 [181, 175] konnten Mittelwerte

1) Travaux et mém. du Bur. internat. des poids et mes. 15 (1913); C. R. 144 p. 1082—1086; Trans. intern. Union Sol. Res. 2 p. 109—127 (1908).

zwischen 649 und 337 ausgerechnet und als internationale Normalen angenommen werden. Danach ausgeführte Messungen sollen als nach internationalen Angström (J. A.) gemacht, bezeichnet werden. Burns [159, 190, 191] hat dann noch eine große Anzahl Linien interferometrisch gemessen, ist aber auch nicht unter λ 285 heruntergekommen. Ein wesentlicher Fortschritt in der interferometrischen Bestimmung sekundärer Eisennormalen ist seitdem nicht gemacht worden. Zwar hat Werner [178] neben einer Anzahl von Bariumlinien 5 Eisenlinien neu gemessen, auch sind eine Reihe Messungen tertiärer Normalen interferometrisch gemacht worden. Allein die Messung hat sich vorzugsweise der Bestimmung sekundärer Neon-Normalen zugewendet, und im Ultraviolett liegen immer nur erst die alten und sicher teilweise unrichtigen Messungen von Fabry und Buisson vor¹⁾.

Den dritten Schritt machte zuerst Kayser [128], indem er zwischen 649 und 411 die Eisenlinien im Anschluß an die Normalen zweiter Ordnung maß. Ihm folgte Goos [144, 149, 162, 182]. Dabei ergab sich das überraschende Resultat, daß die meisten Linien gut übereinstimmten, bei einigen aber Differenzen von mehreren Hundertsteln vorkamen. Goos fand, daß die Wellenlänge letzterer Linien scheinbar mit der Bogenlänge variiert.

Die Aufklärung wurde durch St. John und Ware [150, 160] gebracht. Sie hatten Aufnahmen auf Mt. Wilson (1794 m hoch) gemacht und fanden auch bei einigen Linien erhebliche Unterschiede gegen Kayser, bei andern nicht. Nun lag es nahe, an eine Druckwirkung zu denken, und so kamen die Forscher dazu, eine Arbeit von Gale und Adams [141] heranzuziehen, in welcher die Linien des Eisens je nach ihrem Verhalten unter Druck in Klassen und Gruppen geteilt sind. Die Klassen betreffen das Aussehen der Linien unter Druck und sind:

Klasse 1: Die Linien sind symmetrisch umgekehrt.

Klasse 2: Die Linien sind unsymmetrisch umgekehrt.

Klasse 3: Die Linien werden durch Druck nicht umgekehrt, bleiben ziemlich scharf.

Klasse 4: Die Linien werden nicht umgekehrt aber stark symmetrisch verbreitert.

Klasse 5: Die Linien werden nicht umgekehrt, stark unsymmetrisch nach Rot verbreitert.

Die Einteilung in Gruppen betrifft die Größe der Verschiebung:

Gruppe a enthält die »Flammenlinien« mit kleiner Verschiebung pro Atmosphäre etwa 0.0018 Å. bei λ 4000, 0.0026 bei λ 5000.

Gruppe b zeigt pro Atmosphäre bei λ 4000: 0.0021, bei λ 5000: 0.0043, bei λ 6000: 0.0074.

Gruppe c zeigt bei λ 4000 etwa 0.0044, bei λ 5000: 0.0103.

Gruppe d gibt bei λ 4000: 0.0084, bei λ 5000: 0.0142, bei λ 6000: 0.025.

1) Eine im Bonner Institut unternommene neue Messungsreihe dürfte in Bälde vorliegen.

Die Verschiebung wächst nahezu proportional der dritten Potenz der Wellenlänge, wird also im Rot sehr groß.

St. John und Ware trennen von der Gruppe d einen Teil ab, welchen sie sub-d (sd) nennen. Die Verschiebung ist etwas kleiner als bei d. Ferner führen sie eine fünfte Gruppe e ein, deren Linien sich mit Druck nach Violett verschieben und sich stark unsymmetrisch verbreitern. Gale und Adams bestätigen [161] die Existenz solcher Linien.

Ein Vergleich der vorliegenden Messungen ergibt nun, daß die zu den Gruppen a und b gehörenden Linien von allen Beobachtern nahe gleich gemessen sind, während die Linien von e am schlechtesten übereinstimmen. Da Goos einen Einfluß der Bogenlänge gefunden hatte, vermuten St. John und Ware, daß die Wellenlänge an den Polen eine andere sei, als in der Mitte des Bogens. Das hatte übrigens schon vorher Papenfuß [133] ausgesprochen. Es sieht so aus, als ob an den Polen ein höherer Druck vorhanden wäre, und diese Erscheinung hat man mit St. John Poleffekt genannt.

Auf dem Kongreß der Sonnenvereinigung in Bonn 1913 wurde daher beschlossen: wenn man den Eisenbogen zur Erzeugung von Normalen benutzt, soll er 6 mm Länge haben, nur der mittlere Teil von 2 mm Länge soll benutzt werden, die Stromstärke soll für kurze Wellenlängen $< 4000 \text{ \AA}$ 4 Ampere, für längere 6 Ampere betragen; nur Linien der Gruppen a, b, c, d dürfen als Normalen benutzt werden¹⁾. Am besten wäre es natürlich, sich auf a oder a und b zu beschränken; aber die Zahl dieser Linien ist zu gering; zwischen $\lambda 566$ und $\lambda 553$ ist z. B. keine einzige vorhanden.

Weitere Arbeiten verfolgten nun einerseits den Zweck, Normalen dritter Ordnung zu gewinnen, andererseits den Poleffekt weiter zu erforschen und womöglich aufzuklären. Da ist vor allem eine Arbeit von St. John und Babcock [189] zu nennen. Die Verfasser zeigen, daß eine Verschiebung weder durch Dichte des Dampfes noch durch die Temperatur hervorgerufen wird, daß im Vakuum der Poleffekt völlig verschwindet, daß er also kaum durch elektrische Bedingungen hervorgerufen sein kann. Goos [162] hatte die Vermutung ausgesprochen, es handle sich um eine wirkliche Druckverschiebung. Wie schon Kayser, Fabry und Buisson und Janicki halten die Autoren das für sehr unwahrscheinlich; sie zeigen, daß der Poleffekt nach einem anderen Gesetz mit der Wellenlänge variiert, als die Druckverschiebung, derart, daß sich aus verschiedenen Gruppen verschiedene Drucke ergeben würden. Wenn daher auch Poleffekt und Druckverschiebung in enger Beziehung stehen, sind sie nicht Folge voneinander. Endlich glauben die Verfasser zeigen zu können, daß es sich um wirkliche Verschiebung, nicht nur um unsymmetrische Verbreitung handle. Zu ähnlichen Schlüssen kommt, unabhängig von St. John

1) Gewöhnlich benutzt man den sog. Pfund-Bogen. Pfund (Astrophys. J. 27 p. 296—298, 1908) fand, daß, wenn man auf die untere positive Elektrode ein Kügelchen von geschmolzenem Eisenoxyd legt, wie sie sich im Eisenbogen bilden, und den Bogen zwischen ihm und der oberen negativen Elektrode zündet, der Bogen viel stetiger brennt.

und Babcock, auch Royds [168, 169], der zunächst von dem Unterschied der Wellenlängen bei langem und kurzem Bogen ausgeht. Auch Janicki [174] vergleicht langen und kurzen Bogen. Dann hat Nagaoka [254, 272] in neuester Zeit den Betrag des Poleffektes mit Stufengitter gemessen für eine größere Zahl von Linien zwischen 3667.88 und 5638.28; es besteht keine Beziehung zwischen der Größe der magnetischen Aufspaltung und dem Betrage des Poleffektes. Dieser fehlt bei einem Vakuumbogen, der aus einer Glühkathode und einer Eisenanode besteht. Nagaoka ist geneigt, den Poleffekt als eine komplexe Erscheinung anzusehen, in die der Einfluß des Druckes, des Potentialgradienten an den Polen, der Geschwindigkeit der Ionen und Elektronen und andere Dinge hineinspielen. Endlich sei auf den nahen Zusammenhang aufmerksam gemacht, der zwischen der Klasseneinteilung der dem Poleffekt unterworfenen Linien mit den Temperaturklassen Kings [262] und der Klasseneinteilung der in der Nähe des positiven Poles eines „Pfund-Bogens“ nach Merrill [263] verstärkten Linien besteht.

Es sei hier hinzugefügt, daß man in neuerer Zeit Druckeffekt und Poleffekt als eine Wirkung des elektrischen Feldes und der damit verbundenen Aufspaltung, Verbreiterung, Verschiebung von Linien hat in Beziehung bringen wollen. Daß das kaum richtig sein kann, zeigt schon die besprochene Abhandlung.

Lang [180] hat die Untersuchungen auf den kurzwelligen Teil des Eisenbogens ausgedehnt; es finden sich hier ganz dieselben Erscheinungen, aber leider sind Messungen des Druckeinflusses und Einteilung in Gruppen noch nicht vorhanden. Immerhin kann Lang eine Liste von Linien geben, die an den Polen wesentlich andere Wellenlängen haben, als in der Mitte, sich also nicht als Normalen eignen.

Bevor wir auf die sich zeitlich anschließenden weiteren Messungen von Normalen dritter Ordnung eingehen, soll die prinzipielle Frage der Erzeugung des Eisenbogens zu Ende geführt werden.

Während man bei Festsetzung der Vorschriften der Sonnenvereinigung über die Beschaffenheit des Eisenbogens angenommen hatte, daß die Mitte eines solchen Pfund-Bogens von 6 mm Länge bei 6 Ampere Stromstärke frei von Poleffekt sei, finden St. John und Babcock [212], daß das nicht der Fall sei, vielmehr die Linien der Gruppen d und e noch einen sehr merklichen Poleffekt besitzen, während die Linien der Gruppen a, b und c richtig sind. Wenn man aber statt der oberen Eisenelektrode einen Kohlestab nimmt, werden die Fehler für die Gruppe d beseitigt, bleiben noch für Gruppe e in kleinem Maße zurück. Um vollkommen frei von jedem Poleffekt zu werden, muß man einen Pfundbogen von 12 mm Länge nehmen und aus der Mitte ein Stück von 1.25 mm Länge benutzen. Dann kann man die Linien der Gruppen d und e mit derselben Genauigkeit und Unveränderlichkeit messen, wie die der Gruppe a. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob die obere Elektrode Eisen oder Kohle oder irgendein anderes Metall ist. Macht man den Strom stärker als 6 Amp.,

so bleiben die Werte bei den Linien d unverändert, während bei den e wieder Poleffekt auftritt¹⁾. Voraussetzung ist natürlich die Benutzung geeigneter optischer Mittel zur Abbildung.

Es sind daher die meisten der bisher veröffentlichten Messungen noch mit Fehlern behaftet; auch die internationalen Normalen zweiter Ordnung, die zu e und d gehören, sind falsch, und zwar beträgt der Fehler im grünen Teil des Spektrums für die Linien d etwa $+0.006 \text{ \AA}$.

Daß diese Annahme in der Tat annähernd zutrifft, zeigt Müller [251], der bisher auch allein konsequent, außer St. John u. Babcock, die von diesen vorgeschlagenen Vorsichtsmaßregeln benutzt hat. Er mißt innerhalb des Bereiches 4531.155 bis 5658.830 eine Reihe Normalen der Gruppen C und D und findet durch Vergleich mit den entsprechenden Zahlen der adoptierten internationalen Normalen für diese im Mittel eine Verschiebung von 0.0062 \AA. E. nach Rot (mit einer maximalen Abweichung der Einzelwerte um 0.001 \AA. E.) gegenüber 0.0065 bei St. John u. Babcock.

Nun mögen die ausgeführten Messungen, soweit sie nicht schon genannt sind, kurz besprochen werden.

Papenfus [133] hat zum Zweck der Prüfung der Koinzidenzmethode mit Konkavgitter eine Anzahl Linien in den Bereichen 6678 bis 6065 und 4375 bis 4076 gemessen, zu einer Zeit als erst die sekundären Messungen von Eversheim und Fabry u. Buisson vorlagen. Die Messungen sind von hervorragender Güte, allein wegen Nichtbeachtung der Klasseneinteilung und des Poleffektes heute veraltet. Dasselbe gilt erst recht von den Messungen von Exner u. Haschek [135], die der angewendeten Methode wegen nur die Hundertstel erstreben. Diese Messungen, ebenso wie diejenigen von Kayser [128], Papenfus [133], Loos [182], sowie ein Teil der gleich zu nennenden Messungen von Burns [163] sind übrigens bereits bei der Aufstellung der in Bd. VI, p. 896 ff. gegebenen Liste von Eisenlinien benutzt worden, die auch weiter brauchbar bleibt, wenn es sich um den Vergleich von Eisenlinien im Rowlandsehen und internationalen System und um die Identifizierung von Eisenlinien handelt. — Geiger [152] benutzt ein Plangitter von 14488 Strichen pro Inch und einer geteilten Fläche von 8 cm, das er astigmatismusfrei aufstellt. Er mißt Bogenlinien im Bereiche 6703 bis 9809. Indes gehen die Fehler bis zu mehreren Zehnteln \AA. E. . Die Messung ist zudem veraltet.

Wohl die beste bisherige Messung des gesamten Spektrums von $\lambda 8824$ bis $\lambda 2373$ verdanken wir Burns [158, 173, 163]. Sie ist mit einem der besten Konkavgitter, das Rowland hergestellt hat, in Bonn ausgeführt, in Anlehnung an die internationalen Normalen zweiter Ordnung, soweit sie vorhanden sind, für kürzere Wellenlängen unter Benutzung der Koinzidenzmethode. Freilich war

1) Die sogen. „Internationale astronomische Vereinigung“, die sich in Amerika gebildet hat, hat denn auch diesen Pfundbogen von 12 mm Länge als allgemeine Normale zur Vorschrift gemacht. Vgl. Proc. Nat. Acad. 6 p. 367 (1920). — St. John u. Babcock. Astrophys. J. 58 p. 261 (1921).

bei der Aufnahme die Existenz des Poleffektes noch kaum bekannt, und es ist nur erstaunlich, das sich das in den Tabellen nicht mehr kenntlich macht.

Janieki [174] mißt die Strecke λ 4003 bis λ 4282 mit Konkavgitter, seine Messung ist mit großer Sorgfalt gemacht, stimmt auch durchweg sehr gut mit den Bogenmessungen von Burns überein. Indes unterliegt sie, wenigstens in den Klassen c und d dem Poleffekt. Viefhaus [176] mißt mit Konkavgitter im Bereiche 2987 bis 4118. Abgesehen von dem allgemeinen Mangel der benutzten Lichtquelle bleiben seine Messungen jedoch an Genauigkeit um einige Tausendstel hinter anderen Beobachtern zurück.

Über die Ursachen dieser Abweichungen, die sich z. T. auch bei Hölzenbein vorfinden, vergleiche man Pickhan [230].

Hamm [165] mißt das Ni-Spektrum, dabei aber auch eine Anzahl der Eisenlinien von sehr kurzer Wellenlänge bis λ 2266 nach der Koinzidenzmethode. Seine Messungen scheinen zu den besten ihrer Art in diesem kurzwelligen Gebiet zu gehören. Werner [178] mißt 5 Linien mit Interferometer, man findet sie in der folgenden Tabelle.

Inzwischen hatte Burns [159, 191] Messungen mit dem Interferometer ausgeführt, wie schon oben erwähnt. — Meissner [197] mißt mit Plangitter drei Linien bei λ 9000, von denen aber zwei offenbar kein Eisen sind, da sie nach seiner eigenen Angabe nicht im Sonnenspektrum vorkommen, auch von Meggers und Kiess nicht im Eisenbogen gefunden wurden. — Hölzenbein [198] mißt die Teile λ 5658 bis 4859 und λ 4315—2987. Die Messungen scheinen im allgemeinen leidlich zu sein, wenn auch an einzelnen Stellen vielleicht infolge von Poleffekt der benutzten Normalen — eine Verschiebung um etwa 0.01 Å eingetreten zu sein scheint.

Nun folgt eine vortreffliche Arbeit von Burns, Meggers und Merrill [201], enthaltend Interferometermessungen von λ 675 bis 323, wobei die Linien etwa in Abständen von 10 Å ausgewählt werden. Die Messungen werden mit drei Interferometern von verschiedener Dicke ausgeführt. Die Verfasser benutzen Ströme von 4 und 6 Ampere, finden keinen Unterschied der Wellenlänge, ebenso wenig gegen die früher bestimmten Normalen zweiter Ordnung, bei denen doch der ganze Bogen zur Lichtentnahme benutzt wurde, so daß dabei ein starker Poleffekt vorhanden sein mußte. Die Arbeit enthält vielerlei interessante Details, die man dort nachsehen.

Pfña [208] photographiert mit kleinem Gitter den kurzwelligen Teil des Eisenbogens von λ 230 bis λ 198; die Fehler scheinen die Zehntel zu betreffen. Besser scheint eine gleiche Messung von Schumacher [223] mit Quarzspektrograph.

Meggers und Kiess [216] gelingt die Photographie des Spektrums mit Gitter bis zur Wellenlänge 1.04μ . Die veröffentlichte Tabelle enthält Linien von noch größerer Wellenlänge, aber diese haben sich nach privater Mitteilung als Lyman'sche Geister herausgestellt und sind in der folgenden Zusammenstellung der Messungen fortgelassen. — Noch viel weiter ins Ultrarot, freilich

auch mit einer Fehlergrenze von mehreren Angström, gelangen Randall und Barker [225], die mit Gitter und Bolometer messen. Sie erreichen 2.7μ .

Zwei, wie es scheint, ausgezeichnete Messungsreihen, die mit Hilfe der Koinzidenzmethode aus Normalen zweiter Ordnung die kurzen Wellenlängen bestimmen wollen, liefern Pickhan [230] und Müller [251]; Frl. Pickhan gibt neben der Messung von Eisenlinien auch Nickellinien und außerdem eine Untersuchung über den Zusammenhang zwischen photographischer Linienbreite und Intensität. Müller kommt bis λ 251 und mißt unter den gleichen Bedingungen wie St. John und Babcock [253].

Die aller kürzesten Wellenlängen hat zuerst Mc Lennan mit Mitarbeitern [227, 228] zu erreichen gesucht. In der ersten Abhandlung mit Lang wird ein Konkavgitter und Vakuumbogen verwandt; die Wellenlängen reichen bis λ 1427, haben aber nicht die mindeste Ähnlichkeit mit irgendeiner der sonstigen Messungsreihen. Sollte wirklich die andere Lichtquelle ein so absolut verschiedenes Spektrum geben? Diese Zahlen sind am Schluß der Tabelle angegeben.

Die zweite Untersuchung [228] ist mit Prisma und Linsen aus Fluorit ausgeführt, ebenfalls mit Vakuumbogen. Die Linien reichen von λ 239 bis λ 189; auf der mit der vorigen Arbeit gemeinsamen Strecke ist keine einzige Linie gemeinsam. Dagegen bekommt die Liste etwas Ähnlichkeit mit andern, wenn man die Wellenlängen um 1 bis 2 Å. E. vergrößert.

L. u. E. Bloch [242, 246, 247] messen mit Prismenapparat eine große Zahl schwacher Eisenlinien im Bereiche 1844 bis 1530. Messungen von Takamine und Nitta [213] sind nicht zugänglich.

Endlich kommt die prachtvolle Untersuchung von Millikan [238] und die Messung von ihm, Bowen und Sawyer [250], die mit Vakuumfunken die Wellenlänge 271.5 Å erreichen, uns also bis ins Gebiet der Röntgenstrahlen herauführen. Es scheint aber das Funkenspektrum von dem Bogenspektrum absolut verschieden zu sein, eine bei den kurzen Wellenlängen ja gewöhnliche Erscheinung.

Als wichtigste Messungsreihe ist endlich die von St. John und Babcock [206] zu nennen, welche den von ihnen als fehlerfrei gefundenen Bogen, den Pfund-Bogen von 12 mm Länge, etwa 5 Ampère, benutzt, und eine sehr große Anzahl von Linien zwischen λ 6750 und λ 3370, teils mit Gitter und Interferometer, teils nur mit einem Instrument gemessen, enthält. Wie eben ausgeführt, ist diese Tabelle für die Linien der Gruppen d und e, und teilweise auch für die der Gruppe c neben Müller die einzig richtige. In der Tat zeigt eine Vergleichung mit den übrigen Messungen, wie sie sich aus der folgenden Tabelle ergibt, für die Linien der Gruppen a und b durchweg vortreffliche Übereinstimmung, während die Linien d meist kleinere, die e größere Wellenlänge haben, weil bei den anderen Beobachtern der noch vorhandene Poleffekt die Linien vergrößert oder verkleinert hat.

In neuester Zeit hat Brown [255] eine Anzahl Eisenlinien des Vakuumbogens (40 mm Druck) mit Interferometer gemessen. Er hält seine Zahlen für

richtig bis etwa 0.001 Å. Allein ein Vergleich mit der folgenden Tabelle zeigt, daß das nicht richtig ist. Die Linien der Klassen a und b sollten im Vakuum um etwa 0.001 Å. kleiner sein, als bei Atmosphärendruck, die Differenzen Mittel-Brown schwanken aber zwischen -0.012 und +0.009.

Im Bereiche der Röntgenstrahlen hat wieder Moseley [155] die ersten Messungen im Bereiche der K-Serie gemacht, die dann allmählich durch Wagner [172, 184], Siegbahn [194], Stenstrom [235], Siegbahn u. Stenstrom [200, 199], Siegbahn [229], Hjalmar [249], Siegbahn u. Dolejsak [256] und Dolejsak [261] verbessert und ergänzt wurden, ohne daß bisher ein Abschluß erreicht wäre. Gleichzeitig wurde indirekt in das Grenzgebiet zwischen den Schumannstrahlen und Röntgenstrahlen eingedrungen — Kurth [243, 244] — und es wurden von Wagner [184], Duane u. Fricke [248] die charakteristischen K-Grenzen zu 1740 (Wagner) bzw. 1739.6 (Duane) gemessen.

Nach dieser kritischen Aufzählung der vorhandenen Messungen sollen sie in der folgenden Tabelle vereinigt werden. Dabei sind indessen alle Messungen, die vor der Zeit der Erkenntnis des Polreffektes gemacht worden sind, oder die aus einem anderen Grunde an Genauigkeit erheblich zurückstehen, fortgelassen. So fehlen: Kayser [128], Goos [144, 149, 182], Exner und Haschek [135], Papenfus [139], Lang [180], Geiger [152], Viehhaus [176]; ferner Hoeltzenbein [198], Janicki [174] und Werner [178]. Auch die älteren Messungen von St. John und Ware [150] sind nicht aufgenommen, da sie durch die viel vollständigeren neuen [253] ja wohl überholt sind. Der übrige Inhalt der Arbeit [150] ist übernommen, also z. B. die Zuordnung einzelner Linien zu den Klassen und Gruppen. Auch die Messungen von Brown [255] sind nicht aufgenommen, weil sie zu wenig genau sind, und weil sie den Vakuumbogen betreffen.

Etwas zu kurz kommt dabei das Funkenspektrum, welches, abgesehen vom Schumanngebiet (Millikan [250], Bloch [242, 246, 247]), nur von Exner und Haschek [135] gemessen worden ist.

Die sehr zahlreichen Intensitätsunterschiede zwischen Bogen und Funken sind im wesentlichen aus der Eisentabelle in Bd. VI p. 896—926 genügend zu ersehen, und dazu kommen noch die Listen der enhanced lines durch Lockyer, Buxandall, Fowler (siehe weiter unten).

Hiernach umfaßt die folgende Tabelle die folgenden Autoren

1. Randall u. Barker. 2. Meggers u. Kiess. 3. Burns, Gitter und Interferometer. 4. St. John u. Babcock. 5. Burns, Meggers u. Merrill. 6. Müller. 7. Pickhan. 8. Hamm. 9. Schumacher. 10. Pinn. 11. Millikan, Bowen u. Sawyer. 12. McLennan u. Lang. 13. E. u. L. Bloch. Ferner ist bei der Mehrzahl der Linien die Temperaturklasse nach King und die Gruppe nach St. John u. Babcock bzw. St. John u. Ware angegeben. Die internationalen Normalen zweiter Ordnung sind durch Fettdruck hervorgehoben. Die schlechten, die nicht gebraucht werden sollten, sind eingeklammert. Für die Mehrzahl der mehrfach gemessenen guten Linien ist der Mittelwert aus-

gerechnet. Die Linien, welche Lang [180] für ungeeignet zu Normalen im kurzwelligen Teil des Spektrums hält, weil sie variabel oder diffus sind, oder weil sie schwache Begleiter haben, sind als solche bezeichnet. Die Zahl dieser Linien ist jedoch stellenweise so groß, daß kaum eine stärkere Linie übrig bleibt; außerdem gehört ein Teil dieser Linien gerade zu denjenigen, die von Burns zur Klasse A gerechnet werden, also zu denjenigen Linien, die besonders scharfe und gute Interferenzen geben. Eine Nachprüfung, namentlich auch in Hinsicht auf den Druckeffekt bleibt wünschenswert. Ferner ist die Mehrzahl der Linien bezeichnet, die auf ihren Zeemaneffekt untersucht worden sind. Berücksichtigt sind dabei nur die Autoren, die eine große Zahl von Linien untersucht haben, wie Bilderbeek [125], Graafdijs [134] und King [140, 236]. Das Detail sehe man in den Originalen, ferner bei den Bd. VI p. 453 genannten Autoren, sowie bei Lüttig [146].

Nicht alle jemals als Eisenlinien gemessenen Linien sind mit angeführt. Im wesentlichen schließt sich der Umfang der Tabelle an Burns an. King, Lang, Geiger u. a. führen gelegentlich schwache Linien, die sonst nicht gemessen sind. Diese sind in der Tabelle der Raumersparnis wegen einfach fortgelassen.

Überblickt man die gesamte Tabelle, so zeigt sich, abgesehen von den Gebieten größter und kürzester Wellen, daß bereits für viele Hunderte von Linien, die sich über das ganze Spektrum verteilen, eine Übereinstimmung erzielt ist, die 1—2 Tausendstel gewährleistet. Man wird also jetzt schon für die meisten praktischen Zwecke ausreichende Normalen in genügender Zahl zur Verfügung haben. Allerdings ist zu bemerken, daß alle neueren Messungen, sowohl diejenigen mit Gitter, wie diejenigen mit Interferometer sich auf die 1913 adoptierten Normalen zweiter Ordnung stützen. Dies gilt sowohl von den Messungen, die im Bureau of Standards gemacht worden sind, wie von den Messungen in Pasadena, wie von den bisherigen Bonner Messungen. Wie St. John u. Babcock [253] zeigen, kamen bei ihnen von den 78 internationalen Normalen unter 62 stabilen Linien 53 innerhalb ± 0.001 , 8 innerhalb ± 0.002 , 2 innerhalb ± 0.003 , und nur eine mit einer Abweichung von 0.004 Å heraus, während 16 den Klassen c₃ bis d angehörige Linien die bereits erwähnte Durchschnittsdifferenz von 0.007 Å zeigen. Nach Ausmerzung dieser Linien bleibt im allgemeinen eine ausreichende Zahl sekundärer Normalen übrig, doch würde es sich empfehlen, an Stelle der unbrauchbaren sekundären Normalen andere, geeignetere zu setzen. Es bleiben nur einige Bezirke, in denen geeignete Linien mangeln, z. B. 4700—4800 und 5500 bis 6000. Hier wird man auf andere Elemente zurückgreifen müssen. Besonders geeignet erscheinen dazu Neonlinien¹⁾. Unterhalb 3370 fehlt es bisher an adoptierten Normalen zweiter Ordnung. Es liegen bisher erst die Interferometermessungen von Fabry

1) Eine bezügliche in Bonn ausgeführte Untersuchung ist abgeschlossen und wird in kurzer Frist publiziert werden. Man vgl. auch den Bericht von St. John für die Röm. Tagung des Komites für Wellenlängen. Mai 1922.

u. Buissou vor, deren Angaben mit in die Tabelle aufgenommen sind, so lange die anderwärts unternommenen Messungen noch nicht im Resultat vorliegen. Allein diese Interferometermessungen sind an sich völlig ungenügend. Einmal fehlt es nämlich bisher an einer Untersuchung über den Druckeffekt bzw. die Gruppeneinteilung der Eisenlinien in dieser Gegend. Sodann zeigen sich auch, wie Pickhan (230) und Müller (251) nachweisen, streckenweise systematische Fehler in den Werten von Fabry und Buissou, unter denen z. B. die Linien 3125,661 um 4 Tausendstel, 3225,790 um 2 Tausendstel zu tief liegen, 2588 liegt 14 Tausendstel zu hoch. So wünschenswert nun die Wiederholung von Interferometermessungen mit direktem Anschluß an die Cd-Normale für diesen Bereich ist, wird doch durch die vielfache und vorsichtig benutzte Handhabung der Koinzidenzmethode einstweilen ein brauchbarer Ersatz geliefert, so daß größere Korrekturen der Wellenlängen unterhalb 3300 sehr unwahrscheinlich sind. Sehr unbefriedigend ist der Stand der Messungen unterhalb etwa 2000. Die Zuordnung der verschiedenen vorliegenden Messungen erscheint hier so zweifelhaft, daß wir es vorziehen, die verschiedenen Reihen nebeneinander zu bringen.

Außer der bereits erwähnten kürzeren Liste von Eisenlinien von St. John und den ausführlich besprochenen Messungsreihen existiert noch ein Katalog von Eisenlinien, den Hartmann (196) bearbeitet hat. Im Gegensatz zu dem eingangs geschilderten und hier beobachteten Verfahren bei der Auswahl der im Katalog der Eisenlinien berücksichtigten Messungen zieht Hartmann alle bis 1916 gegebenen Messungsreihen heran, versieht sie mit Gewichten und mittelt. Hartmann verwendet alsdann große Mühe auf die Ermittlung der Korrekturen, durch die ein Übergang von dem System der internationalen Normalen auf das alte Rowlandsche System und umgekehrt möglich ist, um so die Verwendbarkeit der zahlreichen älteren in seinem System gemachten Messungen (z. B. astrophysikalischer Art) sicher zu stellen. Hierzu ist es zunächst erforderlich, zu definieren, was unter dem Rowlandschen System verstanden werden soll. Hartmann nimmt dazu das System der Sonnenlinien der Preliminary Table, mißt eine Reihe von Bogenlinien des Eisens in diesem System und erhält durch Mittelbildung der Quotienten der Wellenlängen im Rowlandschen System und im internationalen System den Faktor 1,000373, der zur Definition des mittleren Rowlandschen Systems benutzt wird. Hieraus ergibt sich dann durch Rechnung die Differenz beider Systeme für jeden Wellenlängenbereich. Weiter gibt Hartmann eine Tabelle zur Umrechnung der auf die älteren Kayserschen Normalen bezogenen Messungen und eine Zusammenstellung der bis dahin vorliegenden Eisenmessungen, mit Mittelwerten und Korrekturen auf das mittlere System der Rowlandschen Normalen und umgekehrt. Diese Tabellen sind in der Tat bequem in den Fällen, in denen eine Umrechnung erforderlich ist, bieten indes kaum mehr als die Tabellen, die in Bd. VI gebracht sind und die für alle praktischen Zwecke ausreichen, da eine über die Hundertstel A. E. hinausgehende Umrechnung angesichts der

Unsicherheit im einzelnen keinen Zweck hat. Aus diesem Grunde ist auch die Mühe vergebens, die sich Hartmann weiter gibt, um die Fehler des Rowland'schen Systems durch Ermittlung einer Korrektionskurve zu verbessern bzw. um das System der Preliminary Table auf ein in sich richtiges mittleres Rowlandsystem zu korrigieren. Es ist bereits eingangs darauf hingewiesen worden, daß die Unstetigkeit im Gang der Fehler und die Unmöglichkeit einer nachträglichen Berücksichtigung von Poleffekten im Bogen und individueller Einflüsse auf Sonnenlinien jede Korrektur illusorisch machen, die über 1 bis 2 Hundertstel hinausgeht. Für eine Reihe interessanter Einzelheiten und eine wertvolle Zusammenstellung über den Druckeffekt sehe man das Original.

Randall u. Barker, Bogen [225].

20727.4	5	16494.6	15	15396.4	30	14518.3	75	18564.1	45
187.3	5	397.2	10	295.7	70	440.4	20	12033.5	25
229.4	20	317.3	15	212.5	35	401.8	100	11974.7	75
25087.4	25	165.9	15	054.2	20	287.9	40	884.2	50
661.5	15	15820.8	25	14928.2	20	237.1	40	640.8	25
841.5	5	815.1	25	744.2	10	124.4	15	608.0	20
18846.2	10	771.2	40	710.7	15	18978.5	10		
10000.0	10	624.8	25	558.3	35	899.4	50		

Meggers u. Kless		Randall		Meggers u. Kless		Randall		Meggers u. Kless		Randall	
[216]		[225]		[216]		[225]		[216]		[225]	
10875	69			9370	36 1	—		9118	85 4		
257	18			54	93 1	—		17	17 1		
246	24			50	52 2	—		16	18 1		
244	35			43	23 1	—		03	66 1		
234	11			24	07 1	—		00	48 2		
222	02	16.0	20	18	09 1	—		9089	40 4	90.8	40
144	—	44.3	30	07	84 1	—		88	21 4	—	
063	—	68.3	15	9259	17 1	—		80	58 1	—	
026	24	—		58	49 3	57.1	20	79	64 4	—	
9961	23	—		46	54 1	—		70	89 1	—	
9798	69 1	40.0	15	42	32 1	—		62	29 1	—	
9653	14 1	—		17	55 1	—		24	26 1	—	
49	85 1	—		14	42 1	—		12	05 1	—	
9569	85 1	—		09	99 2	10.4	20	8999	52 4	01.1	50 1)
13	22 1	—		9183	85 1	—		75	33 1	—	
07	39 1	—		78	48 1	—		29	02 1	—	
9443	88 1	—		64	44 1	—		19	83 1	—	
14	12 1	07.8	20	56	93 1	—		8866	94 3	—	
01	08 1	—		55	84 1	—		46	67 1	—	
9882	83 1	—		47	94 1	—		38	85 2	—	
72	82 1	—		46	08 1	—					
62	29 1	—		21	12 1	—					

1) Meissner [197] mißt 8999.50.

	Meggors u. Kless	Burns Gitter [158, 173, 163]	Burns Interfer. [159]
H824	18 6	254 1	254 1
04	55 1	—	—
879H	37 2	—	—
110	55 1	—	—
84	39 1	—	—
63	97 2	—	—
57	12 2	—	—
13	15 1	—	—
10	28 1	—	—
8899	43 1	—	—
88	58 7	640 2	640 2
74	69 3	—	—
61	85 6	920 1	920 1
21	55 2	—	—
16	09 1	—	—
11	73 3	—	—
859H	79 1	—	—
92	97 1	—	—
82	20 2	—	—
66	—	21 2	—
26	03 2	—	—
15	08 2	—	—
14	01 3	11 2	—
8497	00 2	—	—
71	75 1	—	—
68	35 7	427 2	427 2
39	58 3	—	—
24	14 1	—	—
22	95 1	—	—
01	42 1	—	—
8899	86 1	—	—
96	27 1	—	—
95	10 1	—	—
87	74 3	785 2	785 2
65	61 2	59 1	—
60	79 2	—	—
40	—	06 1	—
39	41 4	—	—
31	94 6	2.01 2	—
27	04 4	080 3	080 3
8898	47 2	—	—
75	91 1	—	—
74	28 1	—	—
64	—	80 1	—
48	09 8d	16 1	—
47	—	45 2	—
39	09 1	—	—
32	—	94 1	—
32	33 2	86 1	—
20	41 7	42 3	422 3

	Meggors u. Kless	Burns Gitter [158, 173, 163]	Burns Interfer. [159]
H207	75 1	86 1u	—
H194	95 2	9.00 1	—
80	80 2	—	—
79	03 1	—	—
40	60 1	—	—
45	47 1	—	—
31	38 1	—	—
409H	85 1	—	—
85	19 5	220 2	219 2
80	62 1	—	—
75	18 1	—	—
47	00 1	—	—
40	04 5	088 2	087 2
28	31 1	37 2	—
24	50 1	—	—
719H	00 6	8.04 2	8.19H 2
94	48 1	—	—
59	21 1	—	—
55	41 1	—	—
45	91 7	440 2	440 2
41	00 2	—	—
37	19 0	182 2	182 2
12	85 1	—	—
787H	84 1	—	—
69	65 1	—	—
55	48 1	—	—
44	68 1	—	—
32	24 6	243 2u	243 3
03	04 1	—	—
7780	62 5	514 1	587 3
74	—	22 1	—
71	—	99 1	—
51	14 1	—	—
48	30 4	289 2	286 2
42	71 1	—	—
25	20 1	—	—
10	40 3	40 1	—
7684	31 4	303 2	304 3
61	24 3	24 1	—
58	97 2	—	—
53	80 2	—	—
20	54 3	531 1	—
05	32 1	—	—
75H3	08 7	080 3	—
83	31 4	808BaP2	—
78	58 1	—	—
68	94 4	932 2	929 5
63	08 1	—	—
59	68 1	—	—
46	18 2	178 1	—

	Meggers u. Kiess		Burns Gitter		Burns Interf.	Kl-see		Meggers u. Kiess		Burns Gitter		Burns Interf.	Klasse
	[216]		[158, 173, 163]	[216]				[158, 173, 163]					
7541	—		63	1	—		7244	—	00	1u	—		
31	20	4	181	2	192	4	39	88	4	904	2	914	2
19	—		84	1	—		28	—		820Ba?	5	—	
11	09	9	059	4	054	4	28	69	1	—	—	—	
07	32	2	31	1	—		23	66	3	678	2	677	3
7498	51	1	56	1	—		22	—		88	1	—	
95	12	8	099	3	108	3	21	23	1	22	1u	—	
91	63	2	678	2	—		19	70	2	698	2	—	
83	43	3	—	—	—		12	47	1	47	1u	—	
82	00	1	—	—	—		07	41	10	480	4	481	8 V
76	30	1	—	—	—		07	—		123	2	—	
73	56	1	—	—	—		00	—		19	1	—	
61	55	1	534	1	—		7195	—		250 Ba?	8	—	
53	98	1	4.02	1	—		94	92	1	50	1	—	
47	40	1	43	1	—		91	66	1	—	—	—	
45	40	9	783	1	781	3	89	13	2	17	1	—	
43	05	1	022	1	—		87	36	10	349	5	348	10 V
41	05	2u	0.98	1	—		81	94Ni?	1	93	1	—	
30	73	1u	—	—	—		81	20	3	22	2	—	
21	60	1	—	—	—		80	06	1	020	1	—	
18	07	3	680	1	—		78	88	1	886	1	—	
11	21	8	198	3	192	3	75	94	1	937	1	—	
01	71	2	707	1	—		64	49	9	480	4	481	6
7389	43	7	432	3	437	3	58	—		502	1	—	
86	41	4	402	2	—		55	62	2	64	1	—	
82	89	1	99	1	—		53	—		66 Ba?	5u	—	
76	38	1	—	—	—		51	49Mn?	1	495	1	—	
75	—		57 Ba?	1	—		45	34	2	317	1	—	
70	16	1	—	—	—		42	55	2	522	1u	—	
66	37	1	—	—	—		32	98	3	999	2	—	
63	96	1u	—	—	—		30	98	10	956	4	958	7
58	50	1	528	1	—		12	17	2	182	1	—	
51	42	3u	56	1u	—		07	46	2	486	1	—	
51	—		160	1u	—		7095	43	2	447	2u	—	
33	60	1	62	1	—		92	99	1	—	—	—	
20	72	3	72	2	—		91	88	1	—	—	—	
11	13	4	112	2	—		90	41	6d	417	3	416	6
07	95	3	957	2	—		86	73	1	76	1	—	
06	60	2	61	1	—		83	33	1	396	1u	—	
00	47	2u	—	—	—		71	88	1	88	1u	—	
7295	02	1	00	1	—		68	42	5	422	3	421	6
93	01	6	093	3	091	3	67	—		44	1	—	
92	—		856	1	—		60	—		94	1	—	
88	79	4	782	3	—		44	60	1	—	—	—	
85	—		286	1	—		33	73	1	818	1	—	
84	33	2	853	1	—		33	23	4	271	3	257	6
82	43	1	39	1	—		27	—		60	1	—	
61	51	2v	54	2	—		24	65Ni?	2	649	2	—	
54	62	1	649	2	—		24	09	1	084	1	—	
44	33	2	86	2	—		23	—		49 Ba?	1	—	

Meggers u. Kiess			Burns Glitter		Burns Interf.	Klasse	Meggers u. Kiess			Burns Glitter		Burns Interf.	Klasse
216			158, 173, 163		[159]		216			163		[160]	
7022	98	5d	3.003	3	—		6876			46	1		
16	30	1	486	3			62	46	2	481	2		
16			075	2	082	3	61			93	2		
14	99	1					60			29	1		
11	35	1	364	2			58	19	2	173	3		
10	33	1	302	1			57	23	1	26	2		
08	02	2	014	2			55			74	1		
00	56	1	633	1			55	15	6	183	4	184	10
0999	92	4	928	3	932	6	54			82	1		
88	52	2	541	2	—		48	69	4	085	4	081	6
78	86	7	864	3	861	10	42	08	1	098	2u		
77	42	1	445	1			41	35	5	392	4		
76			934	1			39	88	1	828	2		
76			306	1			38	86	1	861	2		
75	46	1	46	11			37	00	1				
71			96	1			33			24	1		
60			834	1			28	62	4	614	3	617	4
61	29	4	278	3	—		26	43	2				
47	48	1	501	5			10	27	3	28	4		
45	22	7	215	4	215	10	06	85	2	859	2		
33	59	2	682	2			04			27	2		
30			64	1			04	11	2u	020	2		
16	72	4	710	3	712	7	0796	06	1	11	2		
11			52	1	—		93	32	1	26	1		
02	84	1	80	2	—		86	94	2	88	2		
6898	27	1	81	1	—		83			71	1		
85	78	4	77	3	—		77			44	1		
80			85	1	—		55	62	1	609	2		
76			98	1	—		52	71	2	714	3		

Gruppe	Meggers u. Kiess		Burns Glitter		Burns Interf.	St. John u. Babeock		Burns u. Meggers	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
	[216]		158, 173, 163		[159]	Glitter Interf.		Interf.			
b	6750	15	4	163	4	164	5	166	164	164	IV
	45			11	1	—	—	—	—	—	
	89			54	1	—	—	—	—	—	
	88			08	1 U	—	—	—	—	—	
	33			171	3	—	—	—	—	—	
	32			08	1	—	—	—	—	—	
	29			02	1	—	—	—	—	—	
	26			688	3	—	—	—	—	—	
	25			39	2	—	—	—	—	—	
	17			556	2	—	—	—	—	—	
	16			24	2	—	—	—	—	—	
	15			410	3	—	—	—	—	—	
	13			76	1	—	—	—	—	—	
	13			14	3	—	—	—	—	—	

Gruppe	Burns Gitter	Burns Interf.	St. John u. Babcock Gitter Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 183]	[159]	[253]	[201]			
	6710 31 1	—	—	—	—	—	
	05 139 3	—	—	—	—	—	
	03 570 2	—	—	—	—	—	
	0000 14 1	—	—	—	—	—	
b 4	6678 001 5	000 6	—	003	000	004	001 III 1)
	67 73 1	—	—	—	—	—	
b	03 452 4	454 5	—	457	454	—	454 IV 1)
	03 26 1	—	—	—	—	—	
	53 88 Bay 1	—	—	—	—	—	
	46 98 1	—	—	—	—	—	
	46 44 1	—	—	—	—	—	
	33 772 3	—	—	—	—	—	V
	27 563 3	—	—	—	—	—	
	25 04 1	—	—	—	—	—	
	00 56 1	—	—	—	—	—	
b	03 124 4	123 4	—	125	125	—	124 IV
	08 03 2	—	—	—	—	—	
	05 39 1	—	—	—	—	—	
	04 67 1	—	—	—	—	—	
	6587 607 3	—	—	—	—	—	
b 4	93 881 3	—	—	884	—	883	IV
b 4	6592 928 5	925 6	—	927	926	928	926 III 1)
	91 82 2	—	—	—	—	—	
	81 22 2	—	—	—	—	—	
b	75 028 3	032 4	—	030	029	—	030 V
	74 238 2	—	—	—	—	—	
	78 10 1	—	—	—	—	—	
?	69 283 5 u	238 5	—	236	—	—	236 V
	66 80 1	—	—	—	—	—	
	64 30 1	—	—	—	—	—	
	49 23 1	—	—	—	—	—	
b 4	6546 251 5	247 6	—	253	253	250	251 III 1)
	33 97 3	—	—	—	—	—	
	29 04 1	—	—	—	—	—	
	23 53 1	—	—	—	—	—	
	24 16 1	—	—	—	—	—	
b	18 380 3	378 4	—	383	382	—	381
	16 08 1	—	—	—	—	—	
	09 66 1	—	—	—	—	—	
	08 72 1	—	—	—	—	—	
	07 95 1	—	—	—	—	—	
	01 681 2	—	—	—	—	—	
	6498 950 2	—	—	—	—	—	
	96 482 3	—	—	—	—	—	
	95 798 2	—	—	—	—	—	
b 4	6494 993 5	991 6	993	994	994	993	993 II 2) 1)
	81 881 3	882 3	—	—	882	—	882 IV

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

2) Zeemaneffekt von Graafdiijk [184] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			Burns Interf.	St. John u. Babcock		Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 183				Gitter	Interf.				
				150		263	201			
	6480	45	1	—	—	—	—	—	—	—
	77	36	1	—	—	—	—	—	—	—
b	75	635	3	—	—	641	630	—	636	IV
	74	61	1	—	—	—	—	—	—	—
?	69	216	4	—	—	220	—	—	—	V
b	62	737	4	737 3	—	738	737	—	737	—
	56	39	1	—	—	—	—	—	—	—
	51	58	2	—	—	—	—	—	—	—
	50	99	1	—	—	—	—	—	—	—
	38	70	1	—	—	—	—	—	—	—
	36	48	1	—	—	—	—	—	—	—
b 4	6430	859	5	857 5	859	859	857	859	858	III
	28	80	1	—	—	—	—	—	—	—
	28	079	1	—	—	—	—	—	—	—
	24	000	1	—	—	—	—	—	—	—
b 4	21	361	4	—	363	361	360	—	361	III
	19	988	3 u	—	—	—	—	—	—	V
d 5	11	874	5	—	—	—	074	—	—	IV
	10	80	1	—	—	—	—	—	—	—
	08	044	4	042 4	—	—	044	—	044	V
	00	885	2	—	—	—	—	—	—	—
d 5	00	021	5	—	—	—	027	—	—	III
b 4	6393	809	5	—	812	812	812	812	811	III
	92	584	1	—	—	—	—	—	—	—
	87	245	1	—	—	—	—	—	—	—
	85	81 Mn?	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	83	32	1	—	—	—	—	—	—	—
b	80	761	3	752 4	—	755	758	—	758	V
	64	717	1	—	—	—	—	—	—	—
	64	884	1	—	—	—	—	—	—	—
	62	889	2	—	—	—	—	—	—	—
	60	44	1	—	—	—	—	—	—	—
?	58	684	3	683 3	—	701	—	—	—	IA
b	55	088	3	040 3	089	042	042	—	040	III
b	44	159	2	158 3	159	162	159	—	160	III
	38	896	1 u	—	—	—	—	—	—	—
d 5	36	844	4	842 7	—	—	846	—	844	V
b 4	6335	841	4	843 6	841	844	842	341	842	III
	30	86	1 u	—	—	—	—	—	—	—
b	22	696	3	697 4	694	696	697	—	696	III
b 4	6318	027	4	—	028	029	028	028	028	III
	15	814	2	—	—	—	—	—	—	—
b	15	817	3	—	812	819	—	—	816	—
	11	506	1	—	—	—	—	—	—	—
	08	08	1	—	—	—	—	—	—	—
	08	48	1 u	—	—	—	—	—	—	—

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

2) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.

3) Zeemaneffekt von Graafdijsk [184] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			Burns Interf.		St. John u. Babeock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.		Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 163			[159]		[253]		[201]				
	6302	512	3	—	—	—	—	515	—	—	514	V 1)
d 5	01	524	5	—	—	—	—	524	—	—	524	IV 1) 2)
b 4	6297	803	3	801	4	801	807	802	—	—	805	III 1)
	95	254	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
e 2	90	968	3 u	—	—	—	975	—	—	—	—	V 1)
	83	05	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
a	80	622	2	625	3	—	627	625	—	—	625	I A 2)
	78	56	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	76	958	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b	70	229	2	—	—	—	238	236	—	—	234	1)
	69	72	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b 4	6265	145	3	143	5	145	145	143	145	145	144	III 1) 2)
	02	75	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	01	018	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	00	56	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b 4	56	371	3	372	4	—	373	372	—	—	372	III 1)
	55	955	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b 4	54	266	3	268	4	268	267	266	—	—	267	III 1) 2)
b 4	52	567	4	567	6	568	566	567	—	—	567	III 1) 2)
	51	42	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	49	52 Co?	1 u	—	—	—	—	—	—	—	—	
d 5	46	314	4	339	5	—	—	340	—	—	—	V 1)
	45	84	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	43	86	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	41	707	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
?	40	652	2	659	3	—	656	660	—	—	657	
	37	21	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	36	644	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	32	667	2	—	—	—	—	667	—	—	667	V 1)
b 4	6230	732	5	—	—	734	734	731	734	734	734	III 1) 2) 3)
	29	234	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	27	259	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	26	77	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	21	40	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	20	78	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b 4	19	290	3	289	5	289	291	290	—	—	290	III 1) 2)
	17	288	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b 4	15	151	2	154	4	—	152	152	—	—	152	1)
b 4	13	440	3	439	5	438	440	440	—	—	440	III 1) 2)
	12	04	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	10	798	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	09	59	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	08	426	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	07	262	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
	03	92	1	—	—	—	—	—	—	—	—	
b 4	00	322	1	323	4	322	324	323	—	—	323	IV 1)

1) Zeemanaffekt von King [140] untersucht.

2) Zeemanaffekt von King [236] untersucht.

3) Nach Werner [178] .732.

Gruppe	Burns Glitter			Burns Interf.	St. John u. Babcock		Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse	
	[158, 173, 168]				[159]					[253]	
b 4	6191	508	5	—	508	508	500	568	508	II	1 2
	88	75	1	—	—	—	—	—	—	—	1
	88	037	2dr	—	—	—	—	—	—	—	—
	84	68	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	84	12	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	83	75	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	80	512	1	—	—	—	—	—	—	—	—
d	80	216	2	—	—	—	—	—	—	—	—
b 4	78	346	2	317 4	342	344	344	—	346	III	1 2
	70	499	2u	496 4	—	—	496	—	496	V	1
b	65	370	2	372 3	390	390	370	—	390	—	—
	63	560	1	—	—	—	—	—	—	—	—
b 4	57	733	2	736 4	731	736	736	—	734	V	1
d	51	630	2	—	—	—	632	—	—	—	—
d	47	844	—	—	—	—	—	—	—	—	1 2
	44	40	1	—	—	—	—	—	—	—	—
e 6	41	—	—	—	—	—	768?	—	—	V	1
b 4	6137	704	4	—	701	703	700	701	702	III	1 2
b	37	006	2	—	0080	—	—	—	002	—	—
b 4	36	624	4	—	626	623	626	—	624	III	1
	34	06	1	—	—	—	—	—	—	—	—
b	27	919	2	919 4	912	916	914	—	916	—	—
	18	25	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	720	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
	09	318	1	—	—	—	—	—	—	—	—
d	08	196	2u	—	—	—	—	—	—	V	—
e	02	185	3	185 5	—	—	185	—	185	V	—
	6096	689	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	95	68	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	95	116	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	98	66	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
	98	060 Co?	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	89	587	1	570 3	—	—	570	—	580	—	—
	85	267	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	82	718	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	79	02	1u	—	—	—	—	—	—	—	—
e	78	482	3	485 4	—	—	484	—	—	V	—
b 4	6065	496	4	—	492	491	492	492	493	III	—
	62	89	1	—	—	—	—	—	—	—	—
e	55	991	3u	990 4	—	—	990	—	—	V	—
e	42	085	2	082 4	—	082	082	—	—	V	—
	32	67	1	—	—	—	—	—	—	—	—
b 4	6027	061	2	—	059	068	059	059	060	V	—
e	24	062	4u	—	—	—	—	—	—	V	—
e	20	177	1r	174 4	—	—	—	—	—	V	—
	20	067	2U	—	—	—	—	—	—	—	—
	18	02	1	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Zeemanaffekt von King [140] untersucht.

2) Zeemanaffekt von King [286] untersucht.

3) Nach St. John u. Ware [150].

Gruppe	Burns			St. John u.		Burns u.	Internat.	Mittel-	Klasse
	Glitter	Interf.		Glitter	Interf.	Interf.			
	158, 173, 163	159		253		201	Normale	wert	
5877	99	2ud							
75	98	1u							
73	211	2							
72	918	1							
71	27	1							
71	04	1							
60	759	1							
62	351	4u	347 6			348		349	V
59	612	3u							V
59	20	1							
57	134	1							
56	094	2							
55	126	1							
54	45	1							
53	18	1							
45	88	2							
44	144	1							
42	478	2							
37	94	1							
37	700	1							
37	29	1							
36	57	1							
35	28	1							
34	78	1							
34	06	1							
32	88	1							
32	074	1							
31	69 N17	1							
30	80	1							
30	58	1							
29	550	1							
28	48	1							
26	57	1							
25	695	2							
24	84	1							
16	36	3							
15	16	1							
14	80	1							
11	98	1							
05	09	249 2	250 2					250	
	06	727 2							
	04	08 1							
	5708	194 2				198		196	
	90	10 1							
	95	69 1							
	98	932 2	938 2			930		935	
	93	34 1							
05	91	044 2	046 3			045		045	
	89	643 2							
	85	29 1u							

Gruppe	Burns Gitter	Burns Interf.	St. John u. Babcock Gitter Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 163]	[159]	[253]	[201]			
	5784	69	1	—	—	—	
c 5	82	15 Cu	1 u	—	—	—	
	80	83	1	—	—	—	
	80	821	2	—	—	—	
	78	47	1	—	—	—	
c 5	75	085	3	—	099	098	
c 5	63	015	4	—	013	014	V
	62	434	1	—	—	—	
	60	851	1	—	—	—	
	56	78	1	—	—	—	
	54	41	1	—	—	—	
c 5	53	145	3	—	142	143	V
	52	085	2	—	—	—	
	48	84	1	—	—	—	
	47	95	1	—	—	—	
	41	861	2	—	865	864	
c 5	31	775	3	—	774	774	
c 5	17	848	3	—	853	851	
	15	107	1	—	—	—	
	14	155	1	—	—	—	
c 5	12	160	2	—	—	—	
c 5	11	867	2	—	—	—	
c 5	5709	395	2	—	395	396	IV
	08	109	1	—	—	—	
	07	088	1	—	—	—	
e	05	988	2	—	—	—	
c 5	05	48	1	—	—	—	
	04	72	1	—	—	—	
c 5	01	555	3	—	553	554	III? ¹⁾
e	5693	638	2	—	638	638	
	91	509	1	—	—	—	
e	86	582	2	—	—	—	
	86	25	1	—	—	—	
	79	023	2	—	—	—	
	77	05	1	—	—	—	
	67	538	2	—	—	—	
	62	94	1	—	—	—	
d	62	533	3	—	523	534	V
d 5	5653	833	4	—	826	835	IV ¹⁾
	58	542	1	—	—	—	V
c 5	55	503	2	—	505	505	
	55	179	2	—	—	—	
	53	91	1 u	—	—	—	
	52	32	1	—	—	—	
	50	71	1	—	—	—	
	50	01	1	—	—	—	
	49	66	1	—	—	—	
	48	99	1 u	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

K. J. J. u. K. J. J., Spektroskopie. VII.

Gruppe		Burns Gitter		Burns Interf.		St. John u. Babcock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		[158, 173, 168]		[159]		[253]		[201]			
e5	5641	404	2	458	3	—	—	458	—	—	V
d5	38	278	3	276	4	260	260	276	—	—	
	37	41	1	—	—	—	—	—	—	—	
	36	708	1	—	—	—	—	—	—	—	
	35	85	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
e5	33	970	2	—	—	—	—	—	—	—	
	30	37	1	—	—	—	—	—	—	—	
d5	24	563	5	—	—	548	551	550	—	—	
	24	056	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	21	28	1	—	—	—	—	—	—	—	
	20	527	1	—	—	—	—	—	—	—	
	19	60	1	—	—	—	—	—	—	—	
e5	18	646	1	646	2	—	—	646	—	646	IV
d5	5615	603	6	—	—	653	653	661	(661)	—	
	15	308	2	—	—	—	—	—	—	—	IV
d5	02	965	3	962	5	955	955	—	—	—	
e5	02	788	2	—	—	—	—	—	—	—	IV?
e5	00	242	1	—	—	—	—	—	—	—	
e	5598	308	3	288	3	305	302	—	—	302	IV
e	94	601	2	—	—	—	—	—	—	—	
	87	582	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
d5	5586	772	6	—	—	765	765	772	(772)	—	
	84	768	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
d5	76	106	4	—	—	095	098	106	—	—	
	73	10	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
d5	72	857	5	—	—	849	851	859	—	—	
d5	5569	681	5	—	—	697	697	688	(688)	—	V
e5	67	401	2	399	3	—	—	—	—	—	
e	65	708	3	—	—	708	710	—	—	—	V
d	63	609	3	608	3	605	—	611	—	—	
e	62	712	2	—	—	—	—	—	—	—	V
e5	60	280	1	—	—	—	—	—	—	—	
d	57	954	1u	—	—	—	—	—	—	—	V
e	54	879	3u	—	—	894	893	—	—	—	
	53	586	1	—	—	—	—	—	—	—	V
	46	512	1	—	—	—	—	—	—	—	
d	43	951	2	953	3	930	—	953	—	—	V
	43	184	2	184	3	—	—	184	—	—	
	38	54	1	—	—	—	—	—	—	—	V
a4	35	423	2	—	—	419	—	423	—	422	
	32	752	1	—	—	—	—	—	—	—	V
e5	25	552	2	558	3	—	—	557	—	556	
	22	46	2	—	—	—	—	—	—	—	V
	12	277	1	—	—	—	—	—	—	—	
a3	5506	785	4	—	—	784	783	783	784	784	IB
	03	08	1u	—	—	—	—	—	—	—	
a3	01	471	4	—	—	470	470	468	—	470	IB

1) Zeemaneffekt von Grafdijk (184) gemessen.

2) Nach Werner (178) .859.

3) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter		Burns Interf.		St. John u. Babcock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.		Internat. Normale		Mittel- wert		Klasse
		[158, 173, 163]		[159]		[253]		[201]						
a 3	5497	521 4		520 4		522	521	521		522		521		IB 1)
	94	468 1		—		—	—	—		—		—		
	93	508 1		—		—	—	—		—		—		
c 5	87	78 3		—		—	—	—		—		—		
	87	16 1		—		—	—	—		—		—		
	83	111 1		118 3		—	—	—		—		—		
	81	252 2		—		—	—	—		—		—		
c 5	80	872 2		—		—	—	—		—		—		
	78	48 1		—		—	—	—		—		—		
d 5	76	582 4		—		573	574	—		—		—		IV
a 4	76	296 2		—		300	—	—		—		—		
d	73	913 3		912 4		912	909	913		—		912		
	72	720 1		—		—	—	—		—		—		
	66	983 1		—		—	—	—		—		—		
d	66	417 3		—		406	—	—		—		—		
	64	286 1		—		—	—	—		—		—		
e	63	27 4u		—		284	—	—		—		—		V
e	62	964 2u		—		972	—	—		—		—		
a 4	5485	617 6		—		616	615	614		614		616		IB 2) 3)
	55	436 2		—		—	—	—		—		—		
a 4	46	922 6		922 6		920	921	920		—		921		IB 2)
e	45	040 2u		—		048	046	—		—		—		V 2)
	36	594 2		597 2		—	—	—		—		—		
a 4	5434	527 6		529 5		529	528	528		527		528		IB 2) 3)
a 4	29	701 6		—		702	701	701		—		701		IB 4) 2) 3)
	26	387 1		—		—	—	—		—		—		
e	24	057 4u		—		071	072	—		—		—		V 2)
	21	543 1		—		—	—	—		—		—		
	18	842 1		—		—	—	—		—		—		
e	15	189 4u		—		208	204	—		—		—		V 2)
e	10	900 3u		—		918	916	—		—		—		V 2)
	09	125 1u		—		—	—	—		—		—		
a 4	5405	780 6		—		780	780	781		780		780		IB 2)
e	04	181 3u		—		149	144	—		—		—		V 2)
	08	823 1		—		—	—	—		—		—		
e	00	504 2u		—		512	510	—		—		—		
	5398	285 1		—		—	—	—		—		—		
a 4	97	185 6		—		186	183	182		—		184		IB 4) 2) 1)
d 5	98	185 4		—		179	176	183		—		—		IV 2)
	91	643 1		—		—	—	—		—		—		
	91	493 1		—		—	—	—		—		—		
	89	463 2		—		—	—	—		—		—		
	86	341 1		—		—	—	—		—		—		
e	88	366 5u		—		378	376	—		—		—		V 2)
a	79	578 2		—		582	—	579		—		580		

1) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.

2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

3) Werner [178] mißt 5455.616, 5484.531, 5232.959.

4) Zeemaneffekt von Graffdiik [184] gemessen.

Gruppe		Burns Glitter	St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse	
		[158, 173, 183]	Glitter	Interf.	Interf.				
				[253]	[201]				
	5373	704	1	—	—	—	—		
a	5371	496	7	495	494	497	496	1 B	1) 2)
e	(8)	960	4 u	976	967	—	—	V	2)
e	67	455	3 u	475	475	—	—	V	2)
a	65	403	2	405	—	403	404	V	2)
e	64	859	3 u	881	—	—	—	V	2)
	62	744	1	—	—	—	—		
	60	753	1	—	—	—	—		
c	53	386	2	—	385	—	386		2)
	43	400	1	—	—	—	—		
a	41	031	5	029	027	027	029	II	2)
d	39	949	3	938	939	—	—	V	
a	32	906	2	906	904	902	905	1 B	
	32	078	1	—	—	—	—		
a	30	000	2	9.906	—	—	—		
a	28	589	4	587	535	588	537	II	1) 2)
a	28	044	7	044	044	—	044	1 B	1) 2)
	26	164	1	—	—	—	—		
d	(5324)	196	6	196	196	(196)	—	IV	1) 2)
	23	210	1	—	—	—	—		
	22	049	2	—	—	047	048		
	21	100	1	—	—	—	—		
	20	048	1	—	—	—	—		
	17	384	1	—	—	—	—		
	16	620	1	—	—	—	—		2)
a	07	362	2	—	367	364	364	III?	
d	(5302)	315	5	—	308	315	(315)	V	2)
	5298	799	1	—	—	—	—		
	98	978	1	—	—	—	—		
	89	09	1	—	—	—	—		
	88	588	2	—	—	—	—		
	86	805	1	—	—	—	—		
d	83	684	7	627	629	636	—	IV	2)
d	81	804	5	800	800	807	—	IV	
	80	364	1	—	—	—	—		
	80	087	1	—	—	—	—		
	78	31	1	—	—	—	—		
	76	012	1	—	—	—	—		
b	73	379	2	381	—	—	—	IV	
d	73	178	3	—	—	—	—		
a	70	357	8	360	362	360	360	II	2)
a	69	588	10	540	541	—	540	1 B	1)
	68	680	1	—	—	—	—		
d	(5268)	569	8	562	564	572	(569)	IV	
d	66	—	—	033	—	—	—		
	63	874	1	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graefdiijk [134] gemessen.

2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

3) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.

Gruppe	Burns (Gitter)			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 163]			Gitter	Interf.	Interf.			
				[258]		[201]			
d	5283	321	5	316	316	321	—	—	V
	59	747	1	—	—	—	—	—	
	59	007	1	—	—	—	—	—	
	54	956	2	—	—	—	—	—	IA ¹⁾
	53	479	2	—	—	—	—	—	
	51	971	1	—	—	—	—	—	
	50	650	3	652	652	651	—	651	IV
	50	212	1	—	—	—	—	—	IA ¹⁾
	47	052	2	—	—	—	—	—	IA ¹⁾
	43	798	1	—	—	—	—	—	
a	42	495	3	497	496	496	—	496	IV
	36	189	1	—	—	—	—	—	
	35	392	2	—	—	395	—	—	
d 5	(5232)	954	8	946	949	957	(957)	—	III ^{2) 3) 1)}
	30	352	2	—	—	—	—	—	
d	29	84	2	859	—	—	—	—	V
	28	408	1 u	—	—	—	—	—	
a 4	27	187	8	192	194	—	—	191	II ^{2) 1)}
d	26	876	5	870	—	—	—	—	IV
	25	533	2	—	—	529	—	—	IA ¹⁾
	23	191	1	—	—	—	—	—	
d	17	405	4	397	—	—	—	—	V
a	16	277	5	280	280	278	—	279	II ¹⁾
d	15	195	4	187	—	—	—	—	IV
d	08	610	4	601	605	609	—	—	IV
a	04	585 (r	2	582	586	—	—	584	IA ¹⁾
a	02	342	5	340	341	340	—	341	IV
	5198	848	1	—	—	—	—	—	
a	98	717	4	713	716	716	—	716	
	96	100	2 u	—	—	—	—	—	
e	95	472	4 u	479	—	—	—	—	
d	94	950	5	946	946	—	—	—	IB ¹⁾
d	(5192)	364	8	351	351	362	(363)	—	IV
d	91	475	7	461	463	471	—	—	IV
	87	922	2	—	—	—	—	—	
a	71	601	7	601	600	600	—	601	II ¹⁾
	69	029	2	—	—	—	—	—	
a	68	904	3	904	902	—	—	903	IA ^{2) 1)}
a	5167	492	8	492	492	495	492	493	II ¹⁾
a	66	288	3	289	288	285	—	288	IA ^{2) 1)}
d	65	432	2 u	424	—	—	—	—	
d	62	312	5 u	290	290	—	—	—	IV?
	59	066	2 u	—	—	—	—	—	
a	51	916	3	918	916	914	—	916	IB
a	50	845	4	846	844	844	—	845	IB ¹⁾
	48	280	2 u	—	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

2) Zeemaneffekt von Graafdijsk [134] gemessen.

3) Werner [178] mißt 5455.616, 5434.531, 5232.959.

Gruppe		Burns Gitter	St. John u. Babcock Gitter Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		[158, 173, 183]	[253]	[201]	[251]			
	5148	061 2u	—	—	—	—	—	—
n	42	984 3	935	933	—	—	934	1 B 1
	42	540 3u	543	—	—	—	—	—
	41	750 2	—	—	746	—	—	—
d	39	481 8	470	—	—	—	—	IV
d	39	269 0	262	—	—	—	—	IV
d	37	394 3	390	—	—	—	—	V
e	33	076 5u	696	692	—	—	—	V
a	31	477 2	477	—	473	—	476	—
a	27	304 3	307	305	304	—	305	1 B 1)
d	26	137 2u	132	131	—	—	—	V
a	23	727 4	727	725	724	—	726	1 B
	22	150 17	—	—	—	—	—	—
	21	646 2u	—	—	—	—	—	—
	15	280 1	—	—	—	—	—	—
a	5110	414 4	415	416	414	415	415	1 B 1)
	(X)	002 4	—	—	—	—	—	—
a	07	645 4	647	—	—	—	646	II
a	07	454 3	454	—	—	—	454	1 B
	06	441 1u	—	—	—	—	—	—
b	5098	706 4	705	705	709	—	706	IV
	98	594 2	—	—	—	—	—	—
e	96	992 3u	7.000	—	—	—	—	—
	90	787 3u	—	—	—	—	—	—
a	5083	344 4	344	343	348	344	344	1 B 1)
a	79	742 3	744	—	—	—	—	1 B 1)
b	79	228 3	228	—	—	—	—	IV
	79	002 1u	—	—	—	—	—	—
e	74	750 2u	759	—	—	—	—	V
d	68	784 4	776	775	782	—	—	V
	67	182 1	—	—	—	—	—	—
	65	201 2	—	—	—	—	—	—
e	65	016 3u	022	—	—	—	—	V
a	51	643 4	640	640	638	—	640	1 B 1)
a	5049	830 5	827	827	827	828	827	III
	48	454 2	—	—	—	—	—	—
a	41	763 4	761	760	759	—	761	III 1)
a	41	079 3	076	077	076	—	077	1 B 1)
	40	902 2u	—	—	—	—	—	—
	39	286 2u	—	—	—	—	—	—
	32	846 1	—	—	—	—	—	—
	29	823 1	—	—	—	—	—	—
	28	135 2	131	—	130	—	132	V
	27	212 1	—	—	—	—	—	V
d	27	144 2u	138	—	—	—	—	—
d	22	255 4	247	245	250	—	—	V
	21	894 1	—	—	—	—	—	—
	18	437 2	440	—	—	—	—	2)

1) Zeemaneffekt von King [238] untersucht.

2) Zeemaneffekt von Graefdtijk [134] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter		St. John u. Babcock Gitter Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		158, 173, 188		[253]	[201]	[251]			
d	5014	960 4		952	953	958	—	—	V
a	5012	073 4		074	074	072	—	073	IB ¹⁾
	10	852 1		—	—	—	—	—	
d	07	313 2u		291	—	—	—	—	
d	08	184 5		129	128	—	128	—	III
d	05	729 4		722	722	—	—	—	V
?	02	815 2		802	—	—	—	—	
d	(5001)	881 5		873	873	879	—	(881)	V
a	4994	133 1		135	136	133	—	134	IB ¹⁾
d	91	288 2		280	—	—	—	—	
d	88	970 2		968	—	—	—	—	
d	85	562 3		556	—	—	—	—	V
d	85	267 3		264	—	—	—	—	V
d	83	858 4u		858	—	—	—	—	V
d	83	274 3u		261	—	—	—	—	V
d	82	524 4u		510	—	—	—	—	V
d	78	614 2		609	—	617	—	—	V
d	73	112 2		111	—	118	—	—	V
	72	108 1		—	—	—	—	—	
	70	496 2		—	—	—	—	—	
d	69	942 2u		930	—	—	—	—	
	68	709 1		—	—	—	—	—	
e	67	890 2		902	—	—	—	—	
d	(4966)	104 5		097	099	106	—	(104)	V
cb	57	612 10		603	605	—	608	606	III ²⁾
cb	57	311 7		305	—	—	—	—	III
	52	646 1u		—	—	—	—	—	
d	50	121 1		115	—	—	—	—	
d	46	401 2		393	398	403	—	—	IV
a	39	689 3		690	692	691	—	690	IB ¹⁾
?	39	253 1		247	—	—	—	—	
d	38	828 5		820	823	828	—	—	IV
	38	183 1		—	—	—	—	—	
	34	023 1u		—	—	—	—	—	
	33	348 1u		—	—	—	—	—	
	30	331 1		—	—	—	—	—	
	27	375 1u		—	—	—	—	—	
b	24	775 3		776	775	777	—	776	III ¹⁾
cb	20	521 10		510	513	—	513	—	²⁾
cb	(4919)	008 8		8,998	001	009	002	(007)	III
	15	605 1		—	—	—	—	—	
?	10	567 1u		573	—	—	—	—	
?	10	325 1u		331	—	—	—	—	
?	10	082 2		080	—	—	—	—	
?	09	397 1u		390	—	—	—	—	
	07	745 1		—	—	—	—	—	
d	4903	325 5		319	319	326	318	(325)	III

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

2) Zeemaneffekt von Graafdiijk [184] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter [158, 173, 163]	St. John u. Babeock Gitter Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Pick- han Gitter [200]	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
o5	4891	510 9	503	501	—	503	—	—	III
o5	90	770 7	764	765	771	764	—	—	III
	88	651 1 u	—	—	—	—	—	—	—
	86	342 1	338	—	—	—	—	—	—
	85	443 2	438	—	—	—	—	—	V
d	82	168 2	154	—	—	—	—	—	—
	81	722 2	720	—	—	—	—	—	—
o5	(4878)	226 5	220	220	227	220	227	(225)	223
o5	72	154 6	146	147	154	148	154	—	149
o5	71	333 8	327	327	333	—	—	—	330
	63	655 2	656	—	—	—	—	—	—
o5	(4859)	757 5	750	750	756	752	750	(758)	—
	55	648 2	646	—	—	—	—	—	—
	54	89 1 u	—	—	—	—	—	—	—
	48	898 1	—	—	—	—	—	—	—
	45	656 2	—	—	—	—	—	—	—
	44	016 2	—	—	—	—	—	—	—
	43	156 2	158	—	—	—	—	—	—
	42	78 1 u	—	—	—	—	—	—	—
	40	320 1 u	—	—	—	—	—	—	—
	39	546 2	552	—	551	—	—	—	—
	38	519 2 u	522	—	—	—	—	—	—
	35	866 2	—	—	—	—	—	—	—
	34	511 1	—	—	—	—	—	—	—
	32	732 2	737	—	—	—	—	—	—
	24	162 1	—	—	—	—	—	—	—
	17	784 1	—	—	—	—	—	—	—
	13	11 1	—	—	—	—	—	—	—
	11	04 1	—	—	—	—	—	—	—
	09	94 1	—	—	—	—	—	—	—
	09	14 1	—	—	—	—	—	—	—
	08	69 1 u	—	—	—	—	—	—	—
	06	155 1	—	—	—	—	—	—	—
	07	729 1	—	—	—	—	—	—	—
	04	529 1	—	—	—	—	—	—	—
	02	887 2	886	—	887	—	—	—	887
	01	01 1	—	—	—	—	—	—	—
	00	652 2	655	—	—	—	—	—	—
	00	14 1	—	—	—	—	—	—	—
	4799	891 1	—	—	—	—	—	—	—
	99	412 1	—	—	—	—	—	—	—
	98	736 1	—	—	—	—	—	—	—
	98	289 1	—	—	—	—	—	—	—
	91	250 1	—	—	—	—	—	—	—
b	4789	655 3	656	655	657	—	655	657	656
o4	88	761 2	760	—	763	—	—	—	761
	87	84 1	—	—	—	—	—	—	—

1) Zeemaneffekt von Grafdijk [184] gemessen.

2) Zeemaneffekt von Kling [286] untersucht.

		Burns Gitter [158, 173, 163]	St. John u. Babcock Gitter Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller Gitter [251]	Pick- han Gitter [230]	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
b	4786	810 3	813	812	812	—	—	812	IV?
	85	963 1	—	—	—	—	—	—	
	79	438 1	447	—	—	—	—	—	
	76	34 1u	—	—	—	—	—	—	
	76	075 1	—	—	—	—	—	—	
b	72	818 3	818	819	820	—	—	819	III
	72	703 1	705	—	—	—	—	—	
	68	397 1	—	—	—	—	—	—	V
	68	334 1	—	—	—	—	—	—	
	65	485 1u	—	—	—	—	—	—	
	59	98 1u	—	—	—	—	—	—	
	57	581 2	585	585	—	—	—	584	
	56	10 1	—	—	—	—	—	—	
	55	86 1	—	—	—	—	—	—	
	51	10 1	—	—	—	—	—	—	
	49	93 1	—	—	—	—	—	—	
b	45	804 3u	807	809	—	—	—	807	V
	45	12 1	—	—	—	—	—	—	
b	41	533 3	534	535	535	—	—	534	V
	41	002 1	084	—	—	—	—	—	
	40	344 1	346	—	—	—	—	—	
	38	205 1	—	—	—	—	—	—	
	37	632 1	686	—	—	—	—	—	
d	(4736)	788 5	782	782	790	790	(786)	—	II
	35	844 2	849	—	849	—	—	—	
	34	101 1	103	—	—	—	—	—	
a	33	594 3	598	598	597	597	—	597	I B
	31	488 1	484	—	—	—	—	—	
	30	90 1u	—	—	—	—	—	—	
	29	699 1u	—	—	—	—	—	—	
e	29	016 1	081	—	—	—	—	—	
	28	549 2	—	558	—	—	—	—	IV
d	27	410 2d	408	—	—	—	—	—	IV
	26	165 1u	—	—	—	—	—	—	
	25	94 1u	—	—	—	—	—	—	
	21	000 1	000	—	—	—	—	—	
	14	867 1u	—	—	—	—	—	—	
	14	182 1u	—	—	—	—	—	—	
	14	074 1u	—	—	—	—	—	—	
	12	104 1	—	—	—	—	—	—	
	11	478 1u	—	—	—	—	—	—	
b	10	283 3	288	288	288	288	—	287	IV
d	09	091 2	085	—	—	—	—	—	
	08	972 1	—	—	—	—	—	—	
	07	485 2	490	—	—	—	—	—	
d	(4707)	287 5	283	283	289	290	(288)	—	IV
?	05	480 1	467	—	—	—	—	—	
	04	955 3	962	960	—	—	—	—	
	01	051 1	055	—	—	—	—	—	
d	00	201 2u	174	—	—	—	—	—	

Gruppe	Burns Glitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Müller	Pickhan	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 183			Glitter	Interf.	Glitter	Glitter	Glitter			
					[253]	[201]	[251]	[230]			
c 4	4691	416	4	417	417	417	—	418	417	417	IV
	90	145	2	149	—	—	—	—	—	—	
	89	497	1	498	—	—	—	—	—	—	
	88	208	1 u	—	—	—	—	—	—	—	
	87	394	1	390	—	—	—	—	—	—	
	83	566	2	568	—	—	—	—	—	—	
	82	110	1 u	114	—	—	—	—	—	—	
	81	46	1	—	—	—	—	—	—	—	
	80	475	1	—	—	—	—	—	—	—	
	80	302	2	300	—	—	—	—	—	—	
	79	229	1	—	—	—	—	—	—	—	
a 4	78	858	5	856	854	857	—	857	—	856	V
	73	171	3	172	171	—	—	—	—	171	
	69	184	3	177	177	—	—	—	—	—	
d	68	153	4	144	145	152	144	152	—	—	IV
b	67	480	4	482	481	481	483	481	—	481	V
	63	185	1	186	—	—	—	—	—	—	
	61	978	2	978	—	—	—	—	—	—	
	61	539	2 u	541	—	—	—	—	—	—	
	57	598	1	—	—	—	—	—	—	—	
d	54	637	3 u	632	629	—	632	637	—	—	V
b	54	512	4	504	504	—	503	505	—	504	III?
b	4647	440	4	439	440	439	440	439	439	440	IV
	43	467	3	471	471	—	—	—	—	—	
b	38	020	4	018	019	—	—	—	—	019	IV
d	37	522	4	516	518	519	—	—	—	—	IV
	35	858	2	849	—	—	—	—	—	—	
	32	919	3	917	918	917	—	—	—	918	III?
	30	128	3	127	128	128	—	—	—	128	
	29	327	1	—	—	—	—	—	—	—	
d	25	061	4	057	055	061	—	065	—	—	IV
	19	295	4	297	297	299	—	—	—	297	IV
	18	763	2	768	—	—	—	—	—	—	
	15	588	2 u	—	—	—	—	—	—	—	
	14	214	1	219	—	—	—	—	—	—	
d	13	217	3	212	214	221	—	—	—	—	V
d	11	290	4 u	289	288	—	285	294	—	—	III
d	07	685	4	659	657	663	—	664	—	—	V
	05	246	2	—	—	—	—	—	—	—	
	04	596	2 u	—	—	—	—	—	—	—	
	03	956	1	—	—	—	—	—	—	—	
	4602	946	4	947	947	946	946	946	947	946	IB 9)
	02	009	2	009	007	007	—	—	—	008	
	00	989	1	940	—	—	—	—	—	—	
	4599	908	2 U	—	—	—	—	—	—	—	
d	98	188	2 u	125	—	—	—	—	—	—	
	96	082	2 u	089	—	—	—	—	—	—	
	95	368	2	367	365	364	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von King (226) untersucht.

Gruppe	Burns Gitter 158, 173, 168	St. John u. Babcock Gitter Interf. [253]	Burns u. Meggers Gitter [201]	Müller Gitter [251]	Pickhan Gitter [230]	Internat. Normale	Mittelwert	Kl ¹ -380
d	4504 950 2	—	—	—	—	—	—	—
	4592 658 4	658	658	656	657	658	657	IB 1)
	87 136 2	136	—	135	—	—	135	—
	84 826 2	—	—	—	—	—	—	—
	84 732 1	—	—	—	—	—	—	—
	83 843 2	838	—	—	—	—	—	—
	81 520 2	520	519	526	—	—	—	—
	80 802 1	—	—	—	—	—	—	—
	79 825 1	—	—	—	—	—	—	—
	79 844 1 u	—	—	—	—	—	—	—
	74 780 2	728	726	725	—	—	727	—
	74 240 1	—	—	—	—	—	—	—
	68 842 1	—	—	—	—	—	—	—
	68 789 1	—	—	—	—	—	—	—
	66 990 1	—	—	—	—	—	—	—
	66 525 2	523	—	—	—	—	524	—
	65 684 2	—	—	—	—	—	—	—
	65 824 2 u	—	—	—	—	—	—	—
	64 832 1	—	—	—	—	—	—	—
	64 715 1	—	—	—	—	—	—	—
d	60 114 2 u	699	—	—	—	—	—	—
	58 110 1	111	—	—	—	—	—	—
	56 941 1	942	—	—	—	—	—	—
eγ	56 128 3	130	134	—	128	—	130	V 1)
	55 904 1	—	—	—	—	—	—	—
	54 467 1	—	—	—	—	—	—	—
	52 551 2	548	547	546	—	—	—	—
d	50 824 2 v	788	—	—	—	—	—	—
	49 477 2	473	—	—	—	—	—	—
b	4547 855 3	858	853	853	854	853	854	V 1)
	47 027 2	025	—	—	—	—	—	—
	42 720 1	—	—	—	—	—	—	—
	42 422 2	—	—	—	—	—	—	—
	41 332 1	—	—	—	—	—	—	—
	38 764 1	—	—	—	—	—	—	—
	37 684 1 u	680	—	—	—	—	—	—
	33 143 1 u	—	—	—	—	—	—	—
d	31 642 2	636	—	—	—	—	—	—
	31 44 1	—	—	—	—	—	—	—
b 3	4531 155 5	155	155	154	155	154	155	II 2)
	29 684 2	—	—	—	—	—	—	—
	29 532 1	—	—	—	—	—	—	—
e 4	28 624 7	622	620	622	624	623	623	II 1) 2) 3)
	28 239 2	—	—	—	—	—	—	—
	27 796 1	—	—	—	—	—	—	—
	26 567 2	566	—	—	—	—	—	—

1) Zeemaneffekt von Grafdijk (134) gemessen.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

3) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe		Burns Gitter		St. John u. Babcock		Burns u. Meggens Gitter	Müller Gitter	Pickhan Gitter	Internat. Normale	Mittelwert	Klasse
		[158, 173, 168]		Gitter	Interf. [253]	[201]	[251]	[230]			
d ⁷	4525	875	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	25	154	3u	148	146	—	153	155	Cr	—	
	24	103	2	—	—	—	—	—	—	—	
	23	389	2u	403	—	—	—	—	—	—	
	22	686	1	—	—	—	—	—	—	—	
	22	530	1	—	—	—	—	—	—	—	
	21	811	1	—	—	—	—	—	—	—	
	20	234	2	—	—	—	—	—	—	—	
	19	578	1	—	—	—	—	—	—	—	
	17	530	2	533	532	530	—	—	—	531	
	15	337	1	—	—	—	—	—	—	—	
	14	190	2	192	191	192	—	—	—	191	
	04	287	2	—	—	—	—	—	—	—	
d	01	846	2	841	—	—	—	—	—	—	
	02	592	1	—	—	—	—	—	—	—	
	4495	965	1u	960	—	—	—	—	—	—	
d	95	586	1u	580	—	—	—	—	—	—	
	95	386	1u	—	—	—	—	—	—	—	
c 4	4484	571	5	572	570	571	—	571	572	571	III ¹⁾
	92	693	1u	—	—	—	—	—	—	—	IV
	90	764	2u	770	—	—	—	—	—	—	
	90	084 Mn	2	087	087	—	—	084	—	087	
a 3	89	744	3	745	744	—	—	740	—	744	IA ²⁾
	88	920	2	920	—	—	—	—	—	—	IV
	88	134	2u	143	—	—	—	—	—	—	IV
	85	574	2u	681	682	—	—	—	—	—	
d	84	238	3	232	229	234	—	236	—	—	IV
	82	750	2	—	—	—	—	—	—	—	I
a	82	282	4	—	280	—	—	282	—	281	
	82	178	3	—	174	—	—	176	—	175	I ²⁾
	81	621	2	624	—	—	—	—	—	—	IV
	80	143	2	145	—	—	—	—	—	—	
	79	608	2	615	—	—	—	—	—	—	
	76	023	7	026	023	023	—	023	—	023	III ¹⁾
γ	72	713	2	724	—	—	—	—	—	—	IV
d	69	390	4u	386	384	—	—	390	—	—	
	66	939	2	—	—	—	—	—	—	—	II ¹⁾
b 4	4466	557	5	556	557	556	—	556	556	556	
	66	183	1	—	—	—	—	—	—	—	
	64	773	2	—	—	—	—	—	—	—	IV
d	62	011 Mn	3u	1992	—	—	—	—	—	—	IV
a 3	61	658	4	656	656	658	—	654	—	657	I ²⁾
	61	205	2	—	—	—	—	—	—	—	III ²⁾
c 4	59	128	5	123	125	125	—	125	—	125	
	58	760	1	—	—	—	—	—	—	—	
	58	101	2	—	—	—	—	—	—	—	
	58	904	1	—	—	—	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von Grafdijk (134) gemessen.

2) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babeock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Gitter	Pickhan Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 163			[253]		[201]	[230]			
	4456	335	1	334	—	—	—	—	—	
p	55	037	2u	035	—	—	—	—	—	
d	51	674	1	658	—	—	—	—	—	
b 3	54	387	3	386	386	386	386	—	386	III 1)
	50	324	2	323	—	—	—	—	—	
c 4	47	727	5	723	724	725	725	—	725	III 4)
	47	137 Mu?	2	136	—	—	—	—	—	IV
d	46	853	2u	844	—	—	—	—	—	
	45	426	1	—	—	—	—	—	—	I A
b 3	43	199	3	197	200	199	199	—	199	III
	42	838	2	837	—	—	—	—	—	IV
c 4	42	349	5	345	345	346	346	—	346	III 4)
	41	963	1	—	—	—	—	—	—	
	40	972	2	—	—	—	—	—	—	
	40	840	1	—	—	—	—	—	—	
	40	479	1u	—	—	—	—	—	—	
	39	886	2	885	—	—	—	—	—	IV
	39	643	1	—	—	—	—	—	—	
	38	855	2	—	—	—	—	—	—	
	36	931	2	—	—	—	—	—	—	
a	35	154	2	153	—	154	—	—	154	II A 4)
d	33	808	2u	795	—	—	—	—	—	
e	33	222	2u	225	—	—	—	—	—	IV
	32	575	2	574	—	—	—	—	—	
c 4	30	622	4	621	620	622	622	—	621	III 4)
	30	197	2	—	—	—	—	—	—	IV
a 3	4427	313	5	314	314	315	315	314	314	I 4)
	25	662	1	—	—	—	—	—	—	
	24	194	1	—	—	—	—	—	—	
	23	858	2r	—	—	—	—	—	—	
	23	145	1	—	—	—	—	—	—	
	22	882	1u	—	—	—	—	—	—	
b 3	22	570	4	573	573	573	573	—	573	III 3)
	19	534	2u	—	—	—	—	—	—	
	18	432	1u	—	—	—	—	—	—	
b 1	15	127	8 R	128	128	—	128	—	128	II 1) 2) 3)
	14	789	2	—	—	—	—	—	—	
	10	717	2u	—	—	—	—	—	—	
	09	908	1	—	—	—	—	—	—	
	09	121	2r	125	—	—	—	—	—	
c 4	08	420	4	420	420	421	422	—	421	III 3)
c 4	07	716	2	715	716	—	716	—	716	III 3)
b 1	04	752	8 R	755	755	—	753	—	754	II 1) 2) 3)
	01	447	2	—	—	—	—	—	—	
d	01	304	3	295	—	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von Graaftdijk (134) gemessen.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

3) Zeemaneffekt von King (140) untersucht.

4) Zeemaneffekt von King (236) untersucht.

Gruppe	Burns			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Internat.	Mittel-	Klasse
	Gitter			Gitter	Interf.	Interf.	Normale	wert	
		158, 173, 168			253	201			
	4400	350	1 u	—	—	—	—	—	
	4895	514	1 u	—	—	—	—	—	
	95	288	2	—	—	—	—	—	
b	90	957	3	955	957	955	—	956	IV 1)
	90	480	1	—	—	—	—	—	
a	89	251	2	247	246	—	—	248	II A 2)
d?	88	422	2 u	414	415	—	—	—	IV 1)
b	87	899	2	898	899	898	—	899	IV 1)
	85	260	1	—	—	—	—	—	1)
	84	182	1	—	—	—	—	—	
b 1	83	548	10 R	550	550	—	—	549	II 3) 4) 1)
	82	777	2	—	—	—	—	—	
	77	796	1	—	—	—	—	—	
	76	782	1	—	—	—	—	—	
a 3	4375	984	5	984	984	985	934	984	I II 1) 2)
	74	495	1	—	—	—	—	—	
	73	568	2	563	567	—	—	—	
	72	994	1	—	—	—	—	—	
	71	558	1	—	—	—	—	—	
b 3	69	777	3	776	777	777	—	777	III 1)
a	67	910	1	908	—	—	—	—	III A 1)
b	67	584	2	582	584	583	—	583	IV 1)
	65	902	1	—	—	—	—	—	
	60	818	1	—	—	—	—	—	
b	58	508	2	508	508	507	—	507	IV 1)
b 3	4352	740	4	739	740	740	741	740	III B 1) 2)
b	51	558	3	551	551	—	—	551	IV 1)
	48	948	1	941	—	—	—	—	
	47	854	1 q	—	—	—	—	—	
	47	389	1	—	—	—	—	—	I A 2)
	46	561	2	560	560	—	—	560	1)
	43	704	2	701	—	—	—	—	
d	43	278	2	259	—	—	—	—	
	38	270	2	262	—	—	—	—	
b 3	37	052	5	052	052	052	—	052	II 1) 2)
	30	962	1	—	—	—	—	—	
b	27	100	2	103	101	100	—	101	V 1)
	26	782	2	—	—	—	—	—	
b 1	25	770	9 R	766	767	—	—	768	II 3) 4) 1)
	24	961	1	—	—	—	—	—	
	21	798	2	808	—	—	—	—	
b 3	4315	082	5	080	080	080	089	080	III 1) 1) 2)
	11	528	1	—	—	—	—	—	
	10	776	1	—	—	—	—	—	
	09	382	2	—	—	379	—	—	IV 1)

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

2) Zeemaneffekt von King [284] untersucht.

3) Zeemaneffekt von Graafdiijk [184] gemessen.

4) Zeemaneffekt von van Bilderbeck [125] gemessen.

Gruppe	Burns Glitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers		Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse	
	158, 173, 183			253		201					
?	4309	041	2	088	—	—	—	—	—		
b 1	07	910	8 R	908	908	—	—	—	909	II	1) 2) 3)
b	05	458	2	454	459	—	—	—	457	IV	3)
	04	548	1	554	—	—	—	—	—		
	02	191	2	—	193	—	—	—	—		3)
	(X)	828	1 u	—	—	—	—	—	—		
d 5	4299	254	7	243	242	—	—	—	—	III	2) 3) 4)
	98	048	2	044	042	042	—	—	048	IV	3)
	94	989	1 u	—	—	—	—	—	—		
b 2	94	182	6	180	180	—	—	—	181	II	2) 3)
	92	298	1	—	—	—	—	—	—		
a 3	91	472	1	465	—	469	—	—	—	I A	4)
	90	869	1	872	—	—	—	—	—		
	90	884	2	884	—	—	—	—	—		
	88	962	1	—	—	—	—	—	—		
	88	150	2	150	—	—	—	—	—		
	87	579	1	—	—	—	—	—	—		
	86	976	1 u	—	—	—	—	—	—		
	86	892	1 u	—	—	—	—	—	—		
	86	682	1	—	—	—	—	—	—		
	86	440	1	—	—	—	—	—	—		
	85	832	1	—	—	—	—	—	—		
b	85	448	2	448	449	—	—	—	448	IV	3)
b 1	4282	408	6	408	408	408	408	408	408	III	2) 3) 4)
?	79	872	2	866	—	—	—	—	—		
	79	480	1	—	—	—	—	—	—		
?	78	228	1	228	—	—	—	—	—		
	78	128	1	—	—	—	—	—	—		
?	76	670	1 u	686	—	—	—	—	—		
	74	801	Cr	—	802	—	—	—	—		
b 1	71	764	8 R	766	766	—	—	—	765	II	2) 3)
d	71	171	7	168	159	—	—	—	—	III	3) 4)
b	68	752	2	—	746	758	—	—	—	IV	3)
b	67	881	2	881	882	884	—	—	882	IV	3)
b	66	968	2	970	971	—	—	—	970	IV	3)
	65	256	2 u	262	—	—	—	—	—		
d	64	208	2	211	—	—	—	—	—		
a 2	60	489	10	482	482	—	—	—	—	III	2) 3) 4)
	60	185?	2 u	—	—	—	—	—	—		
	59	968	2	—	—	—	—	—	—		
e	58	950	1	958	—	—	—	—	—		
	58	611	1	621	—	—	—	—	—		
a	58	896	1 u	822	—	—	—	—	—	I A	4)
	56	212	2 u	—	—	—	—	—	—		
	55	852	1	—	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von Graafthijk [184] gemessen.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

3) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

4) Zeemaneffekt von King [234] untersucht.

Gruppe	Burns Glitter			St. John u. Babcock Glitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse	
	[158, 178, 188]			[253]		[201]				
	4255	499	1	—	—	—	—	—		
	54	938	1	—	—	—	—	—		
d	54	888 Cr	2	337	340	—	—	—	II	1) 2)
b 2	50	791	8	792	792	—	—	792	III	2) 3)
e 5	50	184	7	128	126	—	—	—	IV	2)
b	48	224	2	230	—	—	—	—	III	2)
d	47	440	5 u	436	434	—	—	—	V	2)
b	46	080	2	082	—	—	—	—		
	45	875	1	—	—	—	—	—		
b	45	258	2	264	261	261	—	261	III	2)
	44	418	1 u	—	—	—	—	—		
	43	780	1 u	—	—	—	—	—		
	43	388	2	—	—	—	—	—		
	42	728	2	732	—	—	—	—		
	42	588	1	—	—	—	—	—		
	41	112	1	—	—	—	—	—		
	40	870	2	874	—	—	—	—		
a	39	848	2	849	849	—	—	848	III	2)
d	38	828	4 u	818	819	—	—	—	IV	2)
d?	38	087	1	020	—	—	—	—	IV	
	37	168	2	164	—	—	—	—	III A	
d 5	35	953	8	—	945	—	—	—	III	1) 2) 3)
d 5	(4233)	614	6	611	610	—	(615)	—	III	2)
d?	33	168	1	142	—	—	—	—		
	32	724	1	—	—	—	—	—	I A	2)
	31	700	1	—	—	—	—	—		
	31	525	1	—	—	—	—	—		
	29	752	1	762	—	—	—	—	III	
	29	515	1	518	—	—	—	—		
d 5	27	445	7	437	436	—	—	—	III	1)
b	26	425	2	428	—	—	—	427	IV	
b	25	955	2	958	—	—	—	957	IV	
d	25	484	4 u	468	462	—	—	—	IV	
	24	509	2 u	—	—	—	—	—	IV	
e	24	172	3 u	179	177	—	—	—	IV	
d	22	225	5	222	221	227	—	—	III	
b	20	848	2	848	850	—	—	—	IV	
b	19	864	5	867	867	—	—	866	IV	1)
d	17	559	2 u	554	552	—	—	—	IV	
b 8	16	185	4	188	188	188	—	187	I	2)
	15	975	1	—	—	—	—	—		
b	15	424	2	432	—	—	—	—	IV	
b	13	649	2	652	652	653	—	652	IV	
e 5	10	362	6	355	352	—	—	—	III	
b	08	605	2 u	612	—	—	—	—	V	
b	07	127	2	133	132	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

3) Zeemaneffekt von King [284] untersucht.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers		Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse	
	158,173,168			Gitter Interf.		Interf.					
				[258]		[201]					
a	4206	696	2	704	708	—	—	—	701	I A	1)
	05	542	2u	548	—	—	—	—	—		
b 3	03	985	3	988	990	989	—	—	988	III	
	08	953	1	—	—	—	—	—	—		
	08	570	1	—	—	—	—	—	—		
	02	755	1	—	—	—	—	—	—		
b 1	02	082	7 lt	088	084	—	—	—	083	I	2)
	00	922	2	922	—	—	—	—	—	V	
b	4199	098	6	099	101	—	—	—	099	III	2)
d	98	645	2u	647	—	—	—	—	—	V	
d	98	814	6	812	812	—	—	—	—	III	
d	98	268	1	220	—	—	—	—	—		
	96	672	1	—	—	—	—	—	—		
	96	583	1	—	—	—	—	—	—		
	96	220	2	—	—	—	—	—	—	IV	
	95	622	2	617	—	—	—	—	—		
d	95	842	3u	840	838	—	—	—	—	IV	
	94	908	1	—	—	—	—	—	—		
e v	01	678	2	687	—	—	—	—	—		
d	(4191)	446	6	439	438	446	(443)	—	—	III	
d	87	812	6	804	805	—	—	—	—	III	2)
d	87	052	6	047	045	—	—	—	—	III	2)
b	84	894	4	897	896	—	—	—	896	III	
	84	491	1 l'	—	—	—	—	—	—		
	83	621	1	—	—	—	—	—	—		
	83	025	1u	—	—	—	—	—	—		
	82	790	2u	—	—	—	—	—	—		
b	82	385	2	386	—	—	—	—	386	IV	
b	81	759	6	760	760	760	—	—	760	III	2)
	78	868	1	—	—	—	—	—	—		
	78	048	1u	—	—	—	—	—	—		
a	77	596	2	599	599	—	—	—	599	II A	1)
e	76	587	2u	574	572	—	—	—	—	IV	
b	75	640	4	642	642	642	—	—	642	III	
a	74	917	2	919	—	—	—	—	918	II A	1)
a	73	925	2	928	—	—	—	—	927	II A	
	73	475	1	—	—	—	—	—	—		
b	73	820	2	824	—	—	—	—	822	IV	
a	72	748	2	751	—	—	—	—	750	II A	1)
	72	641	1u	—	—	—	—	—	—		
	72	128	3	128	—	—	—	—	—	IV	
	71	904	2	—	—	—	—	—	—		
d	71	899	2	898	—	—	—	—	—		
b	70	906	2	907	906	908	—	—	907	IV	
	70	046	1	—	—	—	—	—	—		
	69	777	1u	—	—	—	—	—	—		
	68	942	1u	—	—	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Internat.	Mittel- wort	Klasse	
	[158, 178, 168]			Gitter	Interf.	Interf.	Normale			
	4168	625	1u	—	—	—	—	—		
	67	960	1	—	—	—	—	—		
	67	862	2	—	—	—	—	—		
	68	420	1u	—	—	—	—	—		
	68	676	1u	—	—	—	—	—		
	61	488	1	—	—	—	—	—		
	61	080	1u	—	—	—	—	—		
	60	581	1	—	—	—	—	—		
d	58	810	2u	801	800	—	—	—	V	
d	57	805	3u	792	788	—	—	—	IV	
b	56	805	4	805	804	804	—	805	III	
	56	670	1	—	—	—	—	—		
	56	460	1	—	—	—	—	—		
d	54	810	4u	818	815	—	—	—	IV	
b	54	504	4	505	504	—	—	504	III	
	54	109	1	111	—	—	—	—		
d	53	920	4u	907	909	—	—	—	IV	
	53	898	1	—	—	—	—	—		
	52	176	2	173	174	—	—	—	II A	1
	51	957	1	—	—	—	—	—		
d	50	277	2u	280	—	—	—	—	V	
e	49	368	2u	374	374	—	—	—	III	9)
b	4147	675	4	676	675	675	676	675		
	46	071	2	—	—	—	—	—		
	45	209	1	—	—	—	—	—		
	44	825	1u	—	—	—	—	—		
b 1	43	874	7	872	874	—	—	873	I	2)
b	43	490	5	491	490	490	—	490	III	
	42	698	1U	—	—	—	—	—		
	41	698	1	—	—	—	—	—		
	40	441	1u	—	—	—	—	—		
a	39	984	1	985	—	—	—	985	II A	
b	37	008	3	008	008	—	—	004	IV	
d	36	598	1u	514	—	—	—	—		
b 4	4134	684	5	684	684	684	685	684	IV	
	34	483	1	—	—	—	—	—		
	34	843	1	—	—	—	—	—		
d	33	870	2u	871	—	—	—	—		
b	32	905	3	905	908	—	—	905	III	
b 1	32	084	7	081	083	—	—	083	II	2)
	31	601	1	—	—	—	—	—		
	27	980	2	—	—	—	—	—		
	27	810	2	809	—	—	—	—	V	
	27	613	4	615	614	614	—	615	IV	
b	26	186	2u	193	194	—	—	191	IV	
	25	886	1	886	—	—	—	—		
d	25	634	1	624	—	—	—	—		

1) Zeemaneffekt von King [286] untersucht.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers		Internat.	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 163]			Gitter	Interf.	Interf.	Interf.	Normale		
					[253]	[201]				
	4123	759	1	750	—	—	—	—	—	
	23	786	1	—	—	—	—	—	—	
b	22	520	2	524	525	—	—	—	523	IV
	21	809	2	810	808	—	—	—	809	IV
	21	326 Co?	1	—	—	—	—	—	—	
b	20	213	2	215	211	—	—	—	213	IV
	19	400	1	—	—	—	—	—	—	
	18	904 Co?	1	—	—	—	—	—	—	
b	4118	555	6	552	550	551	552	552	552	IV 1)
	17	872	1u	—	—	—	—	—	—	
	14	957	1u	959	—	—	—	—	—	
b	14	454	4	454	450	—	—	—	453	IV
d	12	980	2u	974	—	—	—	—	—	V
	12	371	1	—	—	—	—	—	—	
	12	35	1u	—	—	—	—	—	—	
b	09	810	4	812	808	—	—	—	810	IV
	09	072	1	072	—	—	—	—	—	
b	07	499	5	495	494	494	—	—	495	III
	06	437	1	—	—	—	—	—	—	
	06	286	1	—	—	—	—	—	—	
	04	135	2u	—	—	—	—	—	—	V
	01	684	1	—	—	—	—	—	—	
d	01	272	1u	274	—	—	—	—	—	
	00	745	2	750	744	—	—	—	—	II A 2)
b	4098	189	3	186	184	—	—	—	186	IV
	97	096	1	101	—	—	—	—	—	
	96	118	1	—	—	—	—	—	—	
b	95	980	3	980	975	977	—	—	978	IV
	92	512	1	—	—	—	—	—	—	
	92	294	1u	289	—	—	—	—	—	
	91	562	1	563	—	—	—	—	—	
	90	984	1u	—	—	—	—	—	—	
	90	065	1	—	—	—	—	—	—	
	89	224	1	227	—	—	—	—	—	
	88	567	1	—	—	—	—	—	—	
	87	102	1	—	—	—	—	—	—	
b	85	314	3u	314	—	—	—	—	314	IV
b	85	012	2	013	—	010	—	—	012	IV
d	84	508	4	501	500	—	—	—	—	IV
	83	777	1u	782	—	—	—	—	—	IV
	83	554	1	—	—	—	—	—	—	
	82	122	1u	127	—	—	—	—	—	
	80	836	1u	—	—	—	—	—	—	
b	80	228	2u	228	—	—	—	—	227	IV
b	79	847	2	850	—	—	—	—	849	IV
	79	243 Mn?	2u	—	—	—	—	—	—	IV
	78	332	3	337	—	—	—	—	—	IV

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

2) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

Gruppe		Burns Gitter		St. John u. Babcock Gitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse	
		158,178,168		258		201				
	4076	812 1u		812	—	—	—	—		
d	(4076)	841 5		838	838	—	(642)	—	IV	
	76	498 1		—	—	—	—	—		
	76	226 1		234	—	—	—	—		
	75	840 1u		—	—	—	—	—		
b	74	798 3		796	—	792	—	794	IV	
	72	518 1u		—	—	—	—	—		
b 1	71	748 7R		740	748	—	—	—	II	1)
	70	780 2u		—	768	—	—	—	III	
	70	279 1		—	—	—	—	—		
b	67	987 5u		987	985	—	—	986	III	
b	67	279 3		276	275	—	—	277	III	
b	66	983 4		983	983	980	—	982	III	
b 1	66	597 1		596	599	—	—	—		
	65	402 1		—	—	—	—	—		
b 1	63	604 8R		—	—	—	—	—	II	1)
d	63	295 2		288	—	—	—	—		
b	62	451 4		448	447	448	—	449	III	
	61	958 1		—	—	—	—	—		
	61	116 1u		—	—	—	—	—		
	60	781 1		—	—	—	—	—		
	59	726 1		—	—	—	—	—	V	
	58	766 1		—	—	—	—	—	IV	
	58	280 2u		—	—	—	—	—	IV	
	57	356 1		—	—	—	—	—	V	
	55	046 1		—	—	—	—	—	V	
	54	888 1		—	—	—	—	—	V	
	54	888 1		—	—	—	—	—		
	53	272 1u		—	—	—	—	—		
	52	684 1rd		—	—	—	—	—		
	52	466 1		—	—	—	—	—		
	52	312 1		314	—	—	—	—		
	51	929 2		925	—	—	—	927		
	49	386 1		—	—	—	—	—		
	47	315 1		—	—	—	—	—		
	46	629 1		—	—	—	—	—		
b 1	45	822 8R		816	817	—	—	818	II	1)
	45	189 1		—	—	—	—	—		
b	44	617 2		618	616	616	—	617	IV	
	43	901 2u		—	—	—	—	—	IV	
	41	288 1		—	—	288	—	—		
e	40	648 1		652	—	—	—	—	V	
	38	817 1u		—	—	—	—	—		
	37	725 1u		—	—	—	—	—		
	32	686 1		—	—	—	—	—	III	
	31	968 2		—	—	966	—	967	V	
	31	243 1		—	—	—	—	—		
d	30	508 3u		501	—	—	—	—	IV	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (126) gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Internat.	Mittel-	Klasse
	158, 173, 168]			Gitter	Interf.	Interf.	Normale	wert	
				[258]		[201]			
	4030	194	2	—	—	—	—	—	
	29	840	2u	—	—	—	—	—	V
	26	441	1	—	—	—	—	—	
d	24	745	2	738	738	—	—	—	V
	24	104	1	111	—	—	—	—	
b	4021	872	5	871	872	872	872	872	III
	21	822	1	—	—	—	—	—	
	20	490	1	—	—	—	—	—	
	18	282	2u	284	—	—	—	—	
	18	108 Mn?	2u	—	—	—	—	—	
b	17	154	3	157	158	—	—	156	III
	17	086	1	—	—	—	—	—	
	16	432	1	—	—	—	—	—	
b	14	586	4	586	586	586	—	586	III
	13	825	2	824	—	—	—	—	V
	13	798	2	—	—	—	—	—	
	13	644	1u	643	—	—	—	—	
	11	416	1	—	—	—	—	—	
	10	950	1	—	—	—	—	—	
a	09	718	5	717	717	718	—	718	III
b	07	274	3	270	—	—	—	—	IV
	07	233	1	—	—	—	—	—	
	06	768	1u	—	—	—	—	—	
b	06	631	1	633	—	—	—	—	IV
b	06	814	2	816	—	—	—	—	IV
b 1	05	250	7u	247	247	—	—	248	II
b	04	98	1	978	—	—	—	—	
b	04	886	1	884	—	—	—	—	
b	03	770	1	766	—	—	—	—	V
	02	665	1	—	—	—	—	—	
b	01	667	3	669	666	—	—	667	III
b	00	464	1	463	—	—	—	—	V
	00	262	1u	263	—	—	—	—	
b	3998	059	5	058	059	—	—	059	III
b 4	97	398	6	396	396	397	—	397	III
b	96	970	1	970	—	—	—	—	V
b	95	989	1	988	—	—	—	—	IV
	95	312 Co?	1	—	—	—	—	—	
d	95	215	1u	201	—	—	—	—	
b	94	120	1	119	—	—	—	—	V
b	93	402 Ba?	1	—	—	—	—	—	
b	90	880	1	881	—	880	—	880	V
	89	881	2u	861	—	—	—	—	V
b	88	178	3	178	178	—	—	178	IV
	85	894	1	895	—	—	—	—	IV
b	83	964	5	963	961	963	—	963	III
b	81	776	3	776	777	—	—	776	III
	81	106	1	—	—	—	—	—	

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babeock		Burns u. Meggers	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 183]			Gitter	Interf.	Interf.			
					[253]	[201]			
	8978	468	1	—	—	—	—	—	
b 4	3977	747	5	746	746	746	746	746	III
	76	886	1	887	—	—	—	—	
d	76	892	2	617	617	—	—	—	IV
	76	564	1	—	—	—	—	—	
	76	892	1	—	—	—	—	—	
	74	766	1	—	—	—	—	—	
	74	394	1	399	—	—	—	—	
	78	916	1	—	—	—	—	—	
b	78	656	1	657	—	—	—	—	V
	72	920	1	—	—	—	—	—	
b	71	328	1	327	327	—	—	327	III
b	70	394	2	398	—	—	—	—	IV
	70	281	1	284	—	—	—	—	
	69	633	1	630	—	—	—	—	
b 1	69	263	7 R	261	262	—	—	262	II
	67	986	1	983	—	—	—	—	IV
	67	426	4	424	424	—	—	425	IV
e	66	814	1	820	—	—	—	—	
e	66	620	5 u	612	—	—	—	—	IV
	66	532	1 u	—	—	—	—	—	
b	66	089	5	087	087	088	—	088	III
d	65	523	1	513	—	—	—	—	
	65	446	1	—	—	—	—	—	
b	64	524	2	520	525	—	—	524	V
d	63	119	2 u	110	—	—	—	—	V
	62	358	1 u	—	—	—	—	—	
	61	584	1	—	—	—	—	—	
	61	148	1	149	—	—	—	—	
	60	267	1	266	—	—	—	—	
d	57	088	2 u	089	—	—	—	—	IV
b 4	56	682	6	681	682	—	—	682	III
b	56	481	4	488	489	—	—	481	IV
b	55	962	1	958	—	—	—	—	V
d	55	366	2 u	354	—	—	—	—	IV
	53	863	1	—	—	—	—	—	
b	53	158	2	158	—	—	—	—	IV
	52	704	1	—	—	—	—	—	
b	52	606	4	607	607	606	—	607	IV
b	51	165	4	168	172	—	—	—	IV
b	49	956	4	958	958	—	—	967	III
b	48	779	4	780	781	780	—	780	IV
d	48	112	3 u	107	—	—	—	—	IV
b	47	587	2	585	—	—	—	—	IV
	47	393	1	—	—	—	—	—	
	47	004	2 u	004	—	—	—	—	IV
b	45	123	1	121	—	—	—	—	IV
b	44	896	1	892	—	—	—	—	IV

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter	St. John u. Babcock Gitter Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		[158, 173, 168]	[253]	[201]	[251]			
	3944	750 1	750	—	—	—	—	
	44	651 1	—	—	—	—	—	
b	43	346 1	341	—	—	—	—	IV
b	42	446 3	445	444	—	—	445	IV
	42	383 1	—	—	—	—	—	
d	41	292 2u	285	—	—	—	—	
a	40	885 4	883	883	883	—	883	II? ¹⁾
	40	044 1	—	—	—	—	—	
	38	022 1u	—	—	—	—	—	
b	37	334 2	330	332	—	—	332	IV
b	3935	817 4	817	817	817	818	817	III
	33	607 2	604	—	—	—	—	IV
	32	921 1	919	—	—	—	—	
b	32	635 3	630	631	—	—	632	IV
	31	128 2	124	—	—	—	—	
a 1	30	304 7 R	301	300	—	—	302	I ²⁾
	29	215 1	210	—	—	—	—	
	29	123 1	116	—	—	—	—	
d	28	095 1u	087	—	—	—	—	
a 1	27	925 6 R	923	924	—	—	924	I ²⁾
	26	001 1	—	—	—	—	—	
a 1	25	945 3	945	950	948	—	947	IV
b	25	650 2	648	—	—	—	—	IV
	25	201 1u	—	—	—	—	—	
a 1	22	917 6 R	915	916	—	—	916	I ²⁾
d	20	849 1u	841	—	—	—	—	
a 1	20	261 6 R	262	260	—	—	261	I ²⁾
b	19	068 2	071	—	—	—	—	IV
b	18	645 4	646	—	—	—	—	IV
	18	420 2	420	—	—	—	—	IV
	18	318 2	321	—	—	—	—	
a	17	185 5	186	186	186	—	186	II
b	16	788 3	787	—	—	—	—	IV
	14	273 1u	—	—	—	—	—	
b	13	635 2	637	637	—	—	636	III
	10	847 2	848	—	—	—	—	IV
b	09	834 2	—	832	—	—	—	III
	09	669 1	666	—	—	—	—	V
b	3907	938 3	940	936	938	937	938	IV
	07	468 1	466	—	—	—	—	III
	06	752 1	750	—	—	—	—	V
a 1	3906	484 5 R	486	484	—	482	485	I ²⁾
b	08	903 3	904	—	908	902	908	IV
b 1	02	950 7 R	948	950	—	947	948	II ²⁾
	00	524 1	521	—	—	—	—	V
a 1	3899	711 6 R	713	710	—	—	711	I ²⁾
e	99	080 1	089	—	—	—	—	IV

1) Zeemaneffekt von King [236] untersucht.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter		St. John u. Babeock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.		Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		[158, 178, 168]		[259]		[201]		[251]			
b	3898	018	4	—	—	—	—	—	—	—	II?
	97	892	4	898	—	—	—	—	—	—	IV
	97	454	1	451	—	—	—	—	—	—	IV
	a 1	95	659	5 R	660	660	—	—	—	660	I)
	94	014	2	007	—	—	—	—	—	—	III
	98	918	1	926	—	—	—	—	—	—	IV
	93	895	4	896	896	—	—	—	—	896	IV
	98	816	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	92	898	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	b	91	938	4	984	926	982	982	—	981	V
h	90	844	2	846	—	—	—	—	—	—	IV
	88	825	2	—	—	—	—	—	—	—	IV
	b 1	88	520	7 u	518	518	—	—	—	519	II)
	b 1	87	058	6 R	052	055	—	—	—	058	I
	a 1	86	287	7 R	288	285	—	284	—	284	I)
	b	85	514	3	512	514	—	512	—	518	III
	85	154	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	b	84	865	2	868	858	862	—	—	862	IV
	83	268	2	284	284	—	—	284	—	285	—
	78	728	2	—	—	—	—	—	—	—	—
78	668	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	578	6 R	576	576	—	—	—	—	—	576	II)
	024	6 R	023	022	—	—	—	—	—	023	II)
	044	1	045	—	—	—	—	—	—	—	III
	068	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	950	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	78	768	4	764	765	764	764	—	—	765	IV
	72	928	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	72	508	6 R	506	505	—	—	504	—	505	II)
	72	196	1 u	—	—	—	—	—	—	—	—
71	752	2	752	751	—	—	—	—	—	752	IV
	69	590	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	69	568	2	—	—	—	—	—	—	—	IV
	68	248	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	67	925	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	67	221	3	221	222	220	219	—	—	221	IV
	3865	526	6 R	529	527	—	—	527	—	527	II)
	64	110	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	63	745	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	61	842	2	843	—	—	—	—	—	—	IV
59	918	7 R	915	914	—	—	913	—	—	914	I)
	59	215	5	216	215	215	—	—	—	—	III
	58	878	6 R	872	874	—	—	—	—	873	I A)
	d	55	866	1 u	848	—	—	—	—	—	—
	55	829	1 u	—	—	—	—	—	—	—	—
	53	462	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	52	577	2	576	576	578	577	—	—	577	IV
	50	998	1	—	—	—	—	—	—	—	—

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Müller	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 183]			Gitter	Interf.	Interf.	Gitter			
					[253]	[201]	[251]			
	3850	820	5	821	821	821	821	820	821	II
	50	513	1	—	—	—	—	—	—	
	49	970	6R	970	971	—	—	—	970	II ¹⁾
	49	987	1	—	—	—	—	—	—	
	46	949	1	—	—	—	—	—	—	
	46	806	5	805	804	—	—	—	805	IV
	46	412	2	414	—	—	—	—	—	IV
	46	001	1u	—	—	—	—	—	—	
	45	699	1	694	—	—	—	—	—	
	45	478CoP	1	—	—	—	—	—	—	
	3843	259	5	260	260	261	—	261	260	IV
	41	052	6R	051	052	—	052	—	052	II ¹⁾
	40	443	6R	439	439	—	—	—	440	II ¹⁾
	39	614	2u	—	—	—	—	—	—	
	39	259	5	260	259	—	—	—	259	IV
	37	183	1	184	—	—	—	—	—	IV
	36	339	3	334	334	—	—	—	—	IV
b 1	34	227	7R	224	225	—	229	—	227	II ¹⁾
	33	863 Mn	1	—	—	—	—	—	—	
	33	312	4	312	314	313	313	—	313	IV
d	30	866	1	852	—	—	—	—	—	IV
	30	761	1	759	—	—	—	—	—	IV
	29	458	1	—	—	—	—	—	—	IV
d	29	147	1	127	—	—	—	—	—	
	28	510	1u	—	—	—	—	—	—	
b 1	27	826	6R	826	826	—	—	—	826	II ¹⁾
	27	574	1	574	—	—	—	—	—	IV
	26	842	1	838	—	—	—	—	—	IV
b 1	25	836	8R	834	835	—	—	—	835	II ¹⁾
	25	408	1	408	—	—	—	—	—	
	24	444	6R	444	446	—	—	—	445	IA ¹⁾
	24	306	2	—	—	—	—	—	—	IV
	24	060	1	076	—	—	—	—	—	IV
	21	837	2	836	—	—	837	—	837	IV
	21	182	6	181	183	181	183	—	182	IV
	20	480	8R	480	429	—	480	—	480	II ¹⁾
	16	843	2	842	—	—	—	—	—	IV
b 1	15	844	7R	843	843	—	—	—	843	II ¹⁾
	14	525	2	527	529	527	—	—	527	IIIA
	13	891	2	—	—	—	—	—	—	V
	13	639	2	640	—	—	—	—	—	IV
	13	062	2	061	—	—	—	—	—	IV
	12	966	6R	967	968	—	968	—	967	II ¹⁾
	11	894	2	894	—	—	—	—	—	IV
	10	759	2	761	—	—	—	—	—	IV
	09	153	1	—	—	—	—	—	—	
	09	043	1	—	—	—	—	—	—	
	08	732	2	733	733	—	—	—	733	IV

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe		Burns Gitter		St. John u. Babcock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.		Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		[158, 173, 168]		[253]		[201]		[251]			
	3777	452	1	450							IV 1)
	77	089	1	083							
	76	456	2	458	458			456		457	IV 1)
	75	856	1	862							
	74	826	2	827	827	828		828		827	IV 1)
e	73	693	2u	701							IV 1)
	72	364	1								
	70	406	1								IV
	70	305	1								IV 1)
	69	986	1u								
	68	028	1		032						IV 1)
b 1	67	194	6 R	195	195					195	II 1) 1)
	66	065	1								IV
	66	092	1								
b 1	65	541	6	543	543	544		545		543	IV 1) 1)
b 1	63	792	6 R	791	791					791	II 1) 1)
	62	205	1								
	61	410	1	418							IV
	60	593	3	594	596						III 1)
	60	051	5	053	054	053		053		053	III 1)
	59	155	1								
b 1	58	234	7 R	238	236					236	II 1) 1)
	57	480	1	481							IV 1)
	56	940	3	942	941					941	IV 1)
	56	071	1	071							IVA 1)
e	54	503	2u	508							IV
	3783	614	5	615	614	615			615	615	III 1)
	53	141	1	158							
	52	418	1u	422							
	51	821	1	822							
	51	081	1	081							
	50	677	1								
b 1	49	487	8 R	490	489			488		489	II 1) 1)
e	48	959	8u	971							IV 1)
	48	402	1								
a 1	48	264	6 R	264	264			267		265	IA 1) 1)
e?	46	927	2u	933							IV 1)
	46	479	1	488							IV
a 1	45	900	6 R	902	904			903		902	IA 1) 1)
a 1	45	583	7 R	584	582			580		584	I 1) 1)
e	44	065	2u	108	106	101		108			IV 1)
	43	471	4	470				470		470	IV 1)
b 1	43	395	1								IV 1)
	43	386	2	365	366						II A
	43	061	1								
	42	987	1								
	42	023	1u	624	622						IV

1) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babcock		Burns u. Meggers		Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	[198, 173, 163]			Gitter	Interf.	Gitter	Interf.	[251]			
	3804	283	1	288	—	—	—	—	—	—	—
	07	541	4	540	541	—	—	542	—	541	III
	06	702	6	700	700	—	—	708	—	701	III ¹⁾
	06	384	1	—	—	—	—	—	—	—	—
d	06	222	2	205	—	—	—	—	—	—	IV
	3803	346	6	346	346	346	—	—	346	346	IV ¹⁾
	04	014	2u	015	—	—	—	—	—	—	—
	02	282	1	285	—	—	—	—	—	—	—
e	01	967	2u	977	—	—	—	—	—	—	—
	01	811	1	806	—	—	—	—	—	—	IV
	01	681	2	683	682	—	—	—	—	—	IV
	3799	548	6R	551	551	—	—	—	—	550	II ¹⁾
	98	512	6R	515	514	—	—	—	—	514	II ¹⁾
	98	250	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	97	954	1	950	—	—	—	—	—	—	—
	97	516	5	518	519	—	—	—	—	518	III ¹⁾
	95	584	1	588	—	—	—	—	—	—	—
b 1	95	004	6R	006	006	—	—	—	—	005	II ¹⁾
	94	341	3	342	342	342	—	343	—	342	III
	93	874	1	874	—	—	—	—	—	—	IV
	93	488	1	480	—	—	—	—	—	—	—
	93	354	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	92	884	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	92	157	2	158	—	—	—	—	—	158	IV
	91	511	1	506	—	—	—	513	—	—	—
	90	759	1	758	—	—	—	—	—	—	IVA
	90	680	1	658	—	—	—	—	—	—	—
	90	094	4	095	097	—	—	—	—	095	II
	89	577	1	572	—	—	—	—	—	—	—
d	89	489	1	480	—	—	—	—	—	—	—
	89	181	1	180	—	—	—	—	—	—	IV
b 1	87	880	6R	885	885	—	—	—	—	883	II ^{1) 2)}
	87	170	1	166	—	—	—	—	—	—	—
	86	678	3	679	680	680	—	681	—	680	III ²⁾
	86	177	2u	178	—	—	—	—	—	—	IV ²⁾
	85	948	5	950	949	951	—	951	—	950	IV ²⁾
	85	718	1	708	—	—	—	—	—	—	—
	82	618	1	610	—	—	—	—	—	—	—
	82	456	1	452	—	—	—	—	—	—	IV
	82	128	1	124	—	—	—	—	—	—	—
	81	946	1	940	—	—	—	—	—	—	—
	81	190	1	189	190	190	—	—	—	190	IV ²⁾
	79	503	1	488	488	—	—	—	—	—	IV
	79	444	2u	—	—	—	—	—	—	—	²⁾
	79	424	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	78	700	1	699	—	—	—	—	—	—	—
	78	515	1	511	—	—	—	—	—	—	IV ²⁾

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

2) Zeemaneffekt von King [140] untersucht.

Gruppe		Burns Gitter		St. John u. Babeock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.		Miller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
		[158, 173, 183]		[253]		[201]		[251]			
d	3740	202	1	250	—	—	—	—	—	—	IV
	40	061	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
d	39	542	1u	520	—	—	—	—	—	—	IV
	39	817	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	80	118	1	122	—	—	—	—	—	—	IV
	84	810	4	800	800	800	800	800	800	800	IV
a1	87	185	7R	185	184	—	—	185	—	185	I
	15	829	8	827	—	—	—	—	—	—	IV
b1	34	880	0R	870	880	—	—	888	—	887	II
a1	18	819	6R	810	821	—	—	830	—	820	IA
	82	884	0	400	884	401	402	402	—	400	III
	31	847	1	877	875	877	877	877	—	—	IV
	80	974	1	947	948	—	—	—	—	—	IV
	80	880	1	888	801	—	—	—	—	—	IV
	28	880	1	870	—	—	—	—	—	—	IV
	27	810	1	811	—	—	—	—	—	—	IV
b1	27	622	6R	622	623	—	—	622	—	622	II
	27	085	2	088	—	—	—	—	—	—	IV
e	20	922	8u	929	—	—	—	—	—	—	IV
	25	485	1	500	—	—	—	—	—	—	IV
	3724	880	0	880	880	880	—	880	880	880	III
a1	22	585	6R	584	585	—	—	585	—	585	IA
	22	015	1	080	—	—	—	—	—	—	—
	21	928	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	806	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	21	512	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	21	888	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	21	278	1	—	—	—	—	—	—	—	IV
	21	189	1	—	—	—	—	—	—	—	—
a1	19	988	8R	989	987	—	—	986	—	988	I
	18	410	2	408	410	—	—	—	—	408	IV
	16	450	6	449	449	—	—	446	—	449	IV
	16	916	2	917	914	915	—	—	—	916	IV
	11	408	1	418	—	—	—	—	—	—	IV
	11	227	2	227	227	—	—	—	—	227	—
	09	885	1	817	—	—	—	—	—	—	—
b1	09	250	6R	251	250	—	—	244	—	250	II
	08	602	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	07	928	h	—	—	—	—	922	—	928	III
	07	828	8u	—	—	—	—	823	—	—	I
	07	048	8u	051	051	050	—	—	—	050	IV
a1	05	587	6R	588	588	—	—	588	—	588	I
	04	482	5	485	486	485	484	—	—	484	IV
	04	888	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	04	208	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	04	010	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	03	824	1	828	—	—	—	—	—	—	—

1) Zeemaneffekt von King (140) untersucht.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe	Burns Gitter			St. John u. Babeock Gitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	184, 173, 183			[258]		[201]	[251]			
d	8703	702	1 u	899	—	—	—	—	—	IV
	8701	551	1 p d	558	—	—	—	—	—	IVA
e	02	484	1	502	—	—	—	—	—	IVA
	02	082	1	083	087	—	—	—	—	IV
	01	084	8	091	091	084	085	—	087	IV
	00	772	1	—	—	—	—	—	—	—
	3884	136	1 u	149	—	—	—	—	—	IV
	04	008	1	013	—	—	—	—	—	IV
	07	510	1 u	—	—	—	—	—	—	—
d	07	438	2 u	433	433	—	—	—	—	IV
	06	507	1	—	—	—	—	—	—	—
	06	034	3	055	055	055	054	—	055	IV
	05	999	8	—	—	—	4.005	—	—	IV
	05	021	1	009	009	—	—	—	—	IV
	02	645	1	—	—	—	—	—	—	—
	00	724	2	731	731	—	—	—	729	IV
	00	450	1	—	—	—	—	—	—	—
	00	807	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	00	451	6	462	463	458	459	—	460	IV
	00	877	1	—	—	—	—	—	—	—
	00	476	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	07	057	2	557	—	—	—	—	—	III
b 1	07	454	0 R	480	480	—	459	—	459	I ¹⁾
	07	101	1	101	—	—	—	—	—	IV
	06	254	1	261	—	—	—	—	—	—
e	05	996	Δ R	8.002	001	—	6.001	—	—	IV
	04	110	Δ	118	118	112	111	—	112	IV
	03	704	1	—	—	—	—	—	—	—
	03	610	1	—	—	—	—	—	—	—
	02	051	4	059	059	058	057	—	058	IA
	02	236	5 u	236	236	—	—	—	—	IV
	02	204	1	—	—	—	—	—	—	—
	01	774	1	—	—	—	—	—	—	IV
	00	801	2 u	—	—	—	—	—	—	IV
	00	094	1 u	—	—	—	—	—	—	IV
a 1	70	915	Δ R	916	916	—	915	—	916	IA ¹⁾
	70	882	2	883	885	—	—	—	—	IV
	70	040	1	—	—	—	—	—	—	I
	77	907	1	—	—	—	—	—	—	—
	77	817	1	—	—	—	—	—	—	—
	3877	030	6	—	—	—	—	629	—	IV
	77	477	2 u	—	—	—	—	—	—	IV
	77	203	2	310	—	—	—	—	—	—
	76	870	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	70	595	1	—	—	—	—	—	—	—
	3876	313	4	313	315	313	313	313	313	IV
	74	768	2	—	767	—	—	—	—	IV
	70	810	2	—	—	—	—	—	—	IV

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe	Burns (Gitter)			St. John u. Habecock (Gitter Interf.)		Burns u. Meggers (Interf.)	Müller (Gitter)	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	154, 173, 183			263		201	261			
d	3670	065	3	—	072	—	—	—	—	IV
	70	035	2	—	—	—	—	—	—	IV
	60	525	0	524	524	524	525	—	524	IV
	60	154	3	152	—	—	—	—	—	IV
	67	960	2u	—	—	—	—	—	—	IV
	67	260	4u	265	—	—	—	—	—	IV
	66	741	2u	—	—	—	—	—	—	IV
	64	555	2	541	—	—	—	—	—	IV
	63	474	2	—	—	—	—	—	—	IV
	59	521	5	520	520	520	—	—	520	IV
b 1	57	143	2	—	—	—	—	—	—	IV
	56	227	2u	—	—	—	—	—	—	IV
	55	470	4	468	463	—	—	—	—	IV
	53	703	2	—	—	—	—	—	—	IV
	51	512	1	—	—	—	—	—	—	IV
	51	473	0	471	470	471	470	—	471	IV
	50	282	4	281	—	—	—	—	—	IV
	50	026	3u	032	—	—	—	—	—	IV
	49	509	6	509	511	—	509	—	510	IV
	49	303	3	305	—	—	—	—	—	IA
b 1	47	545	6R	546	545	—	547	—	546	I
	47	430	2	428	—	—	—	—	—	IV
	45	825	4	823	—	825	—	—	824	IV
	45	404	2	—	—	—	—	—	—	IV
	45	090	2u	—	—	—	—	—	—	IV
	43	716	2	—	—	—	—	—	—	IV
	43	694	2	693	—	—	—	—	—	IV
	3840	392	6	392	392	392	392	392	392	IV
	38	299	6	300	300	299	299	—	299	IV
	37	363	4u	363	—	—	—	—	—	IV
b 1	37	251	2	—	—	—	—	—	—	IV
	36	994	2	996	—	—	—	—	—	IV
	36	650	2	—	—	—	—	—	—	IV
	36	186	2	—	—	—	—	—	—	IV
	34	336	5U	336	—	—	—	—	—	IV
	33	837	4u	—	—	—	—	—	—	IV
	32	999	2	980	—	—	—	—	—	IV
	32	554	3	559	—	—	—	—	—	IV
	32	040	0	043	043	044	037	—	042	IV
	31	464	6R	467	466	—	464	—	465	I
b 1	31	093	5	104	—	—	—	—	—	IV
	30	352	3	353	354	—	—	—	353	IV
	28	094	2	—	—	—	—	—	—	IV
	25	148	6	—	148	150	—	—	149	IV
	23	446	2	—	—	—	—	—	—	IV
	23	280	1	—	—	—	—	—	—	IV
	23	186	5	190	183	183	183	—	183	IV

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe	Burns Glitter		St. John u. Habecock Glitter	Interf.	Burns u. Meggers Interf.	Müller Glitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 183			[258]	[201]	[251]			
	0022	183	0	000	000	007	006	—	007 IV
	21	718	2	—	—	—	—	—	—
	21	463	0	465	463	464	463	464	—
h 1	18	700	012	773	770	—	767	770	I ¹⁾
	18	348	3	303	—	—	—	—	IV
	17	780	0	790	780	780	788	789	IV
	17	330	3	318	—	—	—	—	IV
	16	563	4a	573	—	—	—	—	IV
	14	563	2a	562	—	—	—	—	IV
	12	036	2	041	—	—	—	—	IVA
	12	082	4	074	073	084	—	—	IV
	10	705	2	704	—	—	—	—	IV
	10	151	0a	104	104	159	160	—	III
h 1	08	860	012	862	861	—	862	861	I ¹⁾
	08	154	3	147	—	—	—	—	IV
	3608	082	0	082	082	082	682	682	III ¹⁾
	05	00	1	—	—	—	—	—	—
	05	464	0 r d	466	460	—	465	—	IV
	03	818	3	820	—	—	—	—	IV
	03	201	0	206	207	207	—	206	IV
	02	515	2v	—	518	—	—	—	IV
	0000	038	3	027	—	—	—	—	IV
	05	204	2a	—	—	—	—	—	IV
e	04	027	0	636	636	632	636	—	IV
	00	463	3	465	—	—	—	—	IV
	00	105	4	109	106	106	115	—	III
	00	018	2	019	—	—	—	—	IV
e	00	022	3	—	—	—	—	—	IV
	07	749	2a	768	—	—	—	—	IV
	07	424	2	426	—	—	—	—	IV
e b	07	263	217	—	—	—	—	—	IV
	06	090	012	987	987	—	—	987	II ¹⁾
	06	115	0	114	—	117	—	115	IV
	05	709	0	709	710	—	—	709	II
	05	322	012	320	322	—	—	321	II ¹⁾
	05	193	2	—	—	—	—	—	—
	04	080	0	061	—	—	—	961	IV
	04	794	2	791	—	—	—	—	IV
e b	04	062	0	064	065	—	—	664	IV
	03	324	2a	338	—	—	—	—	IV
	02	202	4	202	201	203	205	208	IV
	01	046	2	046	—	—	—	—	IV
	01	197	012	197	196	—	197	197	I ¹⁾
b	76	762	4	769	—	762	—	761	IV
	76	043	2r	988	—	—	—	—	IV
	75	375	4	375	—	—	—	—	III
	75	248	2	250	—	—	—	—	IV
	73	884	4	883	—	—	—	—	IV

1) Zeemanneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe		Burns (Glitter [168, 178, 108])	St. John u. Babcock Glitter Interf. [253]	Burns u. Meggers Interf. [201]	Müller (Glitter [241])	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	8073	842 3	—	—	—	—	—	IV
	78	408 2	—	—	—	—	—	IV
	71	998 7u	—	1007	1000	—	1004	—
	71	228 2	—	—	—	—	—	IVA
	70	248 7u	—	—	—	—	—	III
	70	102 7R	108	100	—	—	102	I
a	68	980 4	978	—	—	—	—	IV
	68	828 2	—	—	—	—	—	—
	67	046 4u	—	—	—	—	—	IV
	65	584 4u	584	—	—	—	—	IV
	65	383 6R	383	381	—	—	382	—
	60	700 2	—	700	—	—	—	IV
	60	514 2	507	—	—	—	—	IV
x	58	522 5R	522	518	510	520	520	I
	(3556)	880 6u	880	880	878	881	—	IV
	54	924 8u	921	928	928	—	—	III
	54	121 4	122	125	—	—	—	III A
	53	741 5	744	747	—	—	744	IV
	52	840 4u	837	839	—	—	—	IV
	52	112 2	—	—	—	—	—	IV
e	49	878 3	880	—	—	—	—	III
	47	110 2u	204	—	—	—	—	—
	45	638 5	614	641	642	643	642	IV
	43	100 4	100	—	—	—	—	—
	42	248 2	—	—	—	—	—	IV
	42	079 6	080	080	080	—	080	IV
	41	080 6u	084	088	089	—	089	IV
	40	714 2	710	—	—	—	—	III A
	40	182 4	186	188	—	—	189	IV
	37	890 4u	897	—	—	—	—	IV
	37	781 4	780	—	—	—	—	IV
	37	498 2	492	—	—	—	—	IV
	36	552 6	559	560	568	568	567	IV
	36	198 5	190	—	—	—	—	—
e	33	004 4	000	—	—	—	—	IV
	30	382 4	386	—	—	—	—	IV
e	29	816 4	821	824	819	821	820	III
	27	795 4	798	798	796	—	796	IV
	25	672 5	674	—	—	—	—	IV
	25	470 4	466	—	—	—	—	IV
	26	879 3	878	—	—	—	—	IV
	26	167 5	168	—	—	—	—	II
	26	089 2	040	—	—	—	—	I
	25	016 2	—	—	—	—	—	IV
	24	244 2	240	—	—	—	—	IV
	24	077 4	076	—	—	—	—	IV
	21	887 2	884	—	—	—	—	IVA
	21	264 5R	264	264	266	—	264	II

1; Zeomaneffekt von van Bilderbeek (126) gemessen.

Gruppe	Burns Gitter	St. John u. Bahenck Gitter	St. John u. Interf	Burns u. Meggers Interf	Müller Gitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 171, 161	251	201	201	201			
3516	410	3						IV
3513	522	5	819	820	822	821	821	II 9)
10	111	2						
08	392	4 v d		405				IV
06	502	5	400	501	501	501	501	IV
05	625	2						IV
04	800	2						IV
03	670	2	611					IV
3497	842	5 R	843	843	847	845	844	I 9)
97	137	1						
97	112	4	110	111	111	109	110	III
05	200	4 v	200	200	202	203	—	IV
03	577	6 R	575	575	578	—	577	I 9)
02	572	4	567	575	573	573	572	IV
3488	344	6	340	345	343	345	343	IV
81	408	1						III A
81	012	4	008	010				
82	165	2 u						
81	255	1	254					
81	558	1						
80	341	2 u						
79	603	1						
78	708	1						
78	023	2						
78	702	1						
77	020	2						
77	107	1						
76	000	2						
76	705	5 R	707	705	707	708	707	I 9)
76	300	2 u						
75	007	1						
75	053	4	052			054		IV
75	451	6 R	455			458	456	I 9)
74	401	2						
73	074	1						
73	407	1						
73	201	2 v						
71	914	1 u						
71	34	3				345		IV
71	27	3				267		IV
69	034	2						
69	004	1						
69	003	1						
69	012	2						
68	049	4				049		IV
68	007	2						
68	001	2						III A
68	270	1						

I Zeemaneffekt von van Hilderbeek (1925) gemessen.

Keyser u. Koenen, Spektroskopie VII

Gruppe		Burns		St. John u. Babcock		Burns u. Meggers	Müller	Internat.	Mittel- wert	Klasse
		Glitter		Glitter	Interf.	Interf.	Glitter	Normale		
		168, 173, 183		[258]		[201]	[251]			
c 5	3465	804	6 R	806	863	—	807	—	805	I
	64	914	1	—	—	—	—	—	—	IV
	63	805	2	—	—	—	—	—	—	IV
	62	808	1	—	—	—	—	—	—	IV
	62	854	2	—	864	—	—	—	—	IV
	59	922	4	915	—	910	918	—	918	IV
	59	740	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	59	429	2	—	—	—	—	—	—	—
	58	810	8	805	—	806	808	—	807	IV
	57	512	1	—	—	—	—	—	—	—
	57	090	3 u	—	—	—	—	—	—	—
	56	248	1	—	—	—	—	—	—	—
	55	235	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	53	025	2	023	—	—	—	—	—	—
	52	279	4	278	281	—	281	—	—	III
	51	920	6	917	920	—	920	—	919	IV
	51	706	1	—	—	—	—	—	—	—
	51	618	2	—	629	—	—	—	—	IV
	50	881	6	883	881	882	884	—	883	IV
	49	447	1	—	—	—	—	—	—	—
	49	172	1	—	—	—	—	—	—	—
	48	889	1	—	—	—	—	—	—	—
	48	478	1	—	—	—	—	—	—	—
	47	980	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	47	283	6	282	281	282	283	—	282	IV
	46	980	1	—	—	—	—	—	—	—
	46	791	1	—	—	—	—	—	—	—
d	45	788	2 u	788	—	—	—	—	—	—
	3445	155	4	152	152	153	—	154	153	III
	44	892	1	—	—	—	—	—	—	—
	43	883	6 R	881	879	—	—	—	881	I
	43	645	1	—	—	—	—	—	—	—
	42	979	1	—	—	—	—	—	—	—
	42	676	2	673	—	—	—	—	—	III A
	42	864	4	—	—	866	866	—	865	IV
	40	992	6 R	983	994	—	992	—	991	I
	40	614	7 R	611	611	615	—	—	613	I
	39	050	1	—	—	—	—	—	—	—
	38	808	3 u	—	—	—	—	—	—	—
	37	958	2	—	—	—	—	—	—	—
	37	631	1	—	—	—	—	—	—	—
	37	045	2 u	—	—	—	—	—	—	IV
	36	045	1	—	—	—	—	—	—	—
	34	029	1 u	—	—	—	—	—	—	—
	33	049	2 u	—	—	—	—	—	—	—
	32	023	1	—	—	—	—	—	—	—
	31	827	2 u	816	—	822	—	—	—	IV
	31	596	1	—	—	—	—	—	—	—

1) Zeemaneffekt von van Bilderbeek (125) gemessen.

Gruppe	Burns Glitter	St. John u. Habeck Glitter	Interf.	Burns u. Moggers Interf.	Müller Glitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 183	263		201	251			
3428	746 2	—	—	—	—	—	—	—
28	200 6	194	197	197	198	—	197	III
27	127 6	123	124	122	122	—	124	III
26	224 2	2103	—	—	—	—	—	III A
26	646 6	638	—	—	637	—	—	IV
26	203 1 v d	384	—	—	380	—	—	III A
25	021 4	013	—	—	019	—	—	IV
24	290 6	287	288	280	291	—	289	III
23	608 1 v d	—	—	—	—	—	—	—
22	665 4	658	665	—	—	—	—	IV
22	608 2 u	500	—	—	—	—	—	IV
19	706 1	—	—	—	—	—	—	—
19	157 1	—	—	—	—	—	—	—
18	514 5	508	510	512	514	—	512	III
18	179 2 u	—	—	—	—	—	—	—
17	847 6	845	846	844	846	—	845	III
17	265 1	—	274	—	—	—	—	—
17	162 1	—	—	—	—	—	—	—
16	688 1	—	—	—	—	—	—	—
16	270 1	—	—	—	—	—	—	—
16	637 4	637	—	637	636	—	637	IV
13	048 1	—	—	—	—	—	—	—
13	140 7	134	135	136	138	—	137	III
12	841 1	—	—	—	—	—	—	—
12	043 1	—	—	—	—	—	—	—
12	347 1	—	—	—	—	—	—	—
11	356 2	355	—	—	—	—	—	IV
11	134 1	—	—	—	—	—	—	—
10	106 1	—	—	—	—	—	—	—
10	175 2	171	—	—	—	—	—	IV
10	047 1	—	—	—	—	—	—	—
07	468 7 v d	464	462	464	462	—	464	III
06	807 4	805	808	—	807	—	806	IV
06	446 2	442	—	—	—	—	—	IV
05	682 1	—	—	—	—	—	—	—
04	103 1	—	—	—	—	—	—	—
04	765 1	—	—	—	—	—	—	—
04	356 6 v d	355	361	—	—	—	—	IV
04	301 2	—	—	—	—	—	—	III A
02	202 4	202	—	201	202	—	202	IV
01	523 4	520	524	523	523	—	523	III
3000	62 1	—	—	—	—	—	—	—
3299	830 6	836	837	838	—	837	838	III
199	230 1	—	—	—	—	—	—	—
199	048 1	—	—	—	—	—	—	—
198	296 1	—	—	—	—	—	—	—
197	642 2	—	—	—	—	—	—	III A
197	560 1	—	—	—	—	—	—	—
197	221 1	—	—	—	—	—	—	—
195	082 3	080	082	081	081	—	081	III A

Gruppe	Burns Glitter		St. John u. Babeock Glitter Interf.		Burns u. Meggers Interf.	Müller Glitter	Internat. Normale	Mittel- wert	Klasse
	158,1	73,168	253		201	251			
3306	880	1	—	—	—	—	—	—	
96	920	1	—	—	—	—	—	—	
95	958	1	—	—	—	—	—	—	
95	982	1	—	—	—	—	—	—	
95	980	1	—	—	—	—	—	—	
94	580	4	595	590	588	597	—	592	IV
94	085	1	—	—	—	—	—	—	
98	915	1	—	—	—	—	—	—	
93	009	1 u	—	—	—	—	—	—	
93	982	1	—	—	—	—	—	—	
92	058	5	050	056	058	058	—	057	III
92	308	4	300	—	—	311	—	300	IV
92	018	3	—	—	—	—	—	—	IV
90	748	3	—	—	—	—	—	—	IV
90	208	1	—	—	—	—	—	—	
88	006	1 u	—	—	—	—	—	—	
88	028	2 u	—	—	—	—	—	—	
88	174	1	—	—	—	—	—	—	
87	024	2 u	—	—	—	—	—	—	
87	410	4	—	—	—	—	—	—	IV
85	444	1	—	—	—	—	—	—	
85	201	1	—	—	—	—	—	—	
83	985	5	982	987	984	984	—	981	IV
83	86	1	—	—	—	—	—	—	
83	009	4	007	—	—	—	—	—	IV
83	887	1	—	—	—	—	—	—	
83	01	1 u	—	—	—	—	—	—	
82	410	3	400	—	—	—	—	—	IV
81	840	2	—	—	—	—	—	—	
80	885	1	—	—	—	—	—	—	
80	115	5	115	—	115	117	—	116	IV
80	004	1	—	—	—	—	—	—	
79	825	1 r d	—	—	—	—	—	—	
79	024	4	022	—	024	025	—	025	IV
78	882	4	084	—	—	—	—	—	IV
78	024	2 U	—	—	—	—	—	—	
78	745	1	—	—	—	—	—	—	
76	518	2 u	—	—	—	—	—	—	
75	822	1	—	—	—	—	—	—	
74	468	2 u	—	—	—	—	—	—	
74	221	1	—	—	—	—	—	—	
73	874	1	—	—	—	—	—	—	
72	886	1	—	—	—	—	—	—	
72	859	1	—	—	—	—	—	—	
72	081	3	—	—	—	—	—	—	IV
71	088	1	—	—	—	—	—	—	
3370	787	6	788	788	787	—	788	788	IV
68	988	1	—	—	—	—	—	—	
68	172?	1 u	—	—	—	—	—	—	
67	161	1	—	—	—	—	—	—	

Gruppe	Burns Glitter	Burns u. Meggers Interf.	Müller Glitter	Mittel- wert	Klasse
	168, 173, 183	201	251		
3006	870 3				IV
66	790 3				IV
64	830 1				
64	276 1 u				
63	815 1				
63	418 1 u				
62	286 1 u				
61	950 1				
60	865 1				
59	814 2				
59	406 3				III A
58	911 1				
58	806 1 u				
56	412 3				IV
56	882 1 u				IVA
55	617 1				
55	286 4	282	288	281	IV
55	120 1				
54	968 1				
54	880 1				
54	068 3				IV
53	264 1				
52	920 1				
51	760 3				IV
51	520 3				IV
50	284 2				
49	780 1				
47	982 4	980	981	981	IV
47	607 1				
46	942 2				IV
45	679 1				
44	968 1 U				
43	784 1				
43	678 1				
43	243 1				
42	298 3				V
42	226 3				IV
41	912 4				III A
40	679 1 u				
40	670 4				IV
39	691 1				
39	694 1 u				
39	202 3				IV
38	648 3 u				
37	671 4	670	670	670	IV
36	202 3				
35	776 3				IV
35	518 1				

1) Nach Lang (180) ungeeignet als Normale.

Gruppe	Burns			Burns u. Meggers Interf.	Müller Glitter	Mittel- wert	Klasse
	158, 178, 188			201	251		
a b	8835	403	1	—	—	—	IV
	84	278	1	—	—	—	
	84	228	2	—	—	—	
	81	778	2	—	—	—	
	81	616	2	—	—	—	
	80	676	1	—	—	—	IV
	80	316	1 rd	—	—	—	
	29	970	1	—	—	—	
	29	632	2	—	—	—	
	29	080	2	—	—	—	
	28	871	4	870	871	871	IV
	28	786	1	—	—	—	
	27	961	1	—	—	—	
	27	498	2	—	—	—	
	26	408	4	—	—	—	
	24	798	1 u	—	—	—	IV
	24	541	4	—	—	—	
	24	872	2	—	—	—	
	23	741	4	741	—	741	
	23	681	1	—	—	—	
	22	498	3 u	—	—	—	IV
	20	800	2 u	—	—	—	
	20	660	2	—	—	—	
	19	258	2	—	—	—	
	17	126	4	—	—	—	
	14	746	6	746	—	746	IV
	14	450	2	—	—	—	
	14	070	1	—	—	—	
	13	728	1	—	—	—	
	12	707	1	—	—	—	
	12	282	1	—	—	—	IV
	11	451	1 u	—	—	—	
	10	498	3	—	—	—	
	10	347	3	—	—	—	
	07	711	1 u	—	—	—	
	07	238	4	—	—	—	IV
	07	148	1	—	—	—	
	07	015	1	—	—	—	
	06	614	1	—	—	—	
	06	495	1	—	—	—	
	06	857	8	858	—	—	III
	05	980	8	977	977	978	
	05	189	1	—	—	—	
	03	574	2	—	—	—	
	03	551	1	—	—	—	
	03	478	1	—	—	—	III
	02	806	1	—	—	—	

1) Fabry und Buisson: 8828.739.

2) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

Gruppe	Burns Glitter		Burns u. Meggers Interf.	Müller Glitter	Mittel- wert	Klasse
	158, 173, 183	201		251		
1001	927	1				
01	421	1				
01	227	2				
3200	511	1				
00	070	1 u				
00	137	6	136	137	137	IV
07	400	1 u				
00	400	1				
05	425	1				
03	146	1				
02	500	6				IV
02	020	6				
00	000	4	002	004	004	IV
00	722	4				
00	037	1 u				
00	442	2				
04	072	3				IV
00	000	2				
07	000	1				
07	117	1 u				
00	763	3	760	760	761	III
00	463	2 u				
00	006	2				IV
00	420	3				
04	507	4	503	501	504	IV
03	552	1				
03	430 8 u?	1				
02	500	4				
01	725	1				
01	303	2				
00	763	1				
01	263	5	264	264	265	IV
70	743	2 r				
70	741	3				IV
70	112	1				
77	353	2				
76	477	3				IV
76	343	1				
76	645	1				
74	432	2 u				1)
71	603	2				
71	493	2				
71	013	6 u	005			III 2)
69	064	1				
69	240	1 u				
68	243	4				IV
67	762	1 u				

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

2) Fabry und Buisson: 3271.003.

Gruppe	Burns Glitter	Burns u. Meggers Interf.	Müller Glitter	Pickhan Glitter	Mittel wert	Klasse
	158, 173, 163	201	251	230		
3267	257 2	—	—	—	—	
65	020 6	022	021	—	024	III
65	067 3	—	050	—	—	IA
64	716 Mn? 2	—	—	—	—	
64	523 4	—	520	—	521	IV
63	378 2	—	—	—	—	
62	346 Sn? 1	—	—	—	—	
62	284 2	—	—	—	—	IV
62	000 2	—	—	—	—	
61	382 2	—	—	—	—	
60	376 2	—	—	—	—	IV
60	258 1	—	—	—	—	
60	004 4	—	—	—	—	IV
59	062 2	—	—	—	—	
58	788 1	—	—	—	—	
57	603 4	508	597	—	500	IV
57	471 1	—	—	—	—	
57	244 2	—	—	—	—	IV
57	129 1	—	—	—	—	
56	701 2 u	—	—	—	—	
56	864 2	—	864	—	—	
54	784 2	—	—	—	—	
54	872 4	867	866	—	864	IV
54	261 1	—	—	—	—	
53	954 2	—	—	—	—	
53	830 1	—	—	—	—	
53	810 4	—	—	—	—	IV
52	928 4	—	—	—	—	IV
52	748 2	—	—	—	—	
52	440 2 u	—	—	—	—	
52	260 1	—	—	—	—	
51	288 5 u	—	—	—	—	IV
50	034 3	—	—	—	—	IV
50	400 2	—	—	—	—	
49	204 2	—	—	—	—	IV
49	087 1	—	—	—	—	
48	215 6	—	207	213	212	IV
47	297 3	—	—	—	—	IV
47	220 2	—	—	—	—	
46	073 4	—	975	972	973	IV
46	492 2	—	—	—	—	IV
46	015 3	—	—	018	—	
46	984 2	—	—	—	—	I
44	186 8	189	191	180	189	IV
43	408 2	—	—	—	—	IV
43	118 1	—	—	—	—	
42	268 1 u	—	—	—	—	
40	400 1 u	—	—	—	—	

1) Nach Lang (180) ungeeignet als Normale.

Gruppe	Burns Glitter	Burns Interf.	Burns u. Moxgers Interf.	Müller Glitter	Plekhan Glitter	Mittel- wert	Klasse	
	158, 173, 163	180	201	251	230			
3240	027	1	—	—	—	—		
330	080	1	—	—	—	—		
330	319	8	440	439	440	440	IV	1, 2)
330	025	1	—	—	—	—		
334	404	1	—	—	—	—		
337	420	1	—	—	—	—		
337	284	1	—	—	—	—		
336	231	5	227	226	227	228	I A	2
336	833	1	—	—	—	—		
336	178	1	—	—	—	—		
334	023 N1 2	5	—	015	024	—	I A	
333	976	6	—	971	978	976	IV	1
333	204	1	—	—	—	—		
333	011	5	056	055	055	055	IV	2)
332	808	1	—	—	—	—		
331	799	1	—	—	—	—		
330	976	6 u	972	970	972	972	IV	3, 2
330	210	4 u	—	—	212	—	IV	1
330	008	3	—	—	—	—		
29	795	2 u	—	—	—	—		
29	809	3 u	—	—	—	—		
29	120	4	—	—	133	—	II A	
28	915	4	—	—	—	—	IV	3)
28	202	4	—	—	202	202	IV	
28	008	2	—	—	—	—		
27	814	4	—	—	818	816	IV	4)
27	756	4	—	—	758	757	IV	
27	037	2	—	—	—	—	IV	
26	737	1	—	—	—	—	III A	
26	487	1	—	—	—	—		
26	189	1 u	—	—	—	—		
25	790	8 u	792	—	792	791	III	3) 5)
24	930	1	—	—	—	—		
24	208	1	—	—	—	—		
24	155	1	—	—	—	—		
23	858	1	—	—	—	—		
23	278	1	—	—	—	—		
22	070	6 u	072	072	074	072	II	1)
21	036	2	—	—	—	—	IV	
19	817	4 u	—	—	—	—	III	1)
19	582	5 u	—	—	—	—	IV	1)
17	872	1	—	—	—	—		
17	880	4	885	880	889	888	IV	1)
16	948	1	—	—	—	—		
16	943	5 u	944	941	945	943	IV	1)

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

2) Burns [168] zu hoch.

3) Fabry und Buisson: 3225.780.

4) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

Gruppe	Burns Glitter	Burns Interf.	Müller Glitter	Pickhan Glitter	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 163]	[190]	[251]	[230]		
3215	637 3u	—	—	—	—	
15	432 2	—	—	—	—	
15	283 1u	—	—	—	—	
14	624 1	—	—	—	—	
14	411 1	—	—	414	—	
14	396 1	—	—	—	—	I A
14	044 8	—	—	048	046	III
13	771 1	—	—	—	—	
13	594 2u	—	—	—	—	
13	320 4	—	—	—	—	
12	436 3u	—	—	—	—	
12	184 1u	—	—	—	—	
12	000 4u	—	—	000	—	IV
11	872 2	—	—	—	—	IV
11	693 4u	—	—	699	—	IV
11	494 4	—	—	—	—	IV
10	834 5u	—	—	838	—	IV
10	458 2	—	—	—	—	
10	245 4	—	—	246	246	IV
10	212 1	—	—	—	—	
"	09 828 4u	—	—	—	—	IV
"	09 115 1	—	—	—	—	
"	08 640 1	—	—	—	—	
"	08 484 4	—	—	—	—	IV
"	07 709 1u	—	—	—	—	
"	07 649 1u	—	—	—	—	
"	07 092 2	—	—	—	—	IV
"	05 396 7u	401	402	401	—	IV
"	02 562 3	—	—	—	—	IV
"	00 790 2	—	—	—	—	III A
"	00 434 6u	478	476	478	—	IV
3199	526 6u	527	527	527	—	II
97	00 2u	—	—	—	—	
96	937 4 R	—	—	1042	1040	II
96	147 2	—	—	—	—	IV
96	046 2	—	—	—	—	IV
94	422 4	—	—	—	—	IV
93	811 3	—	—	—	—	
93	314 4 R	—	308	325	—	IV
93	214 4	—	228	223	—	I A
92	306 5	—	306	309	—	IV
91	666 5 d	664	664	664	—	I A
90	325 2	—	—	—	—	
90	658 2	—	—	—	—	
88	337 5	—	—	339	—	IV
88	586 4u	—	—	—	—	IV

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

2) Burns [163] zu tief.

3) Burns [163] zu hoch.

Gruppe	Burns Glitter	Burns Interf.	Müller Glitter	Pickhan Glitter	Mittel- wert	Klasse	
	168, 173, 163	180	261	280			
1190	760 3			—	—	V	
84	800 4	800	800	800	800	1 A	1)
84	831 1			—	—	IV	2)
83	120 1			—	—		
82	888 2			—	—	IV	
82	070 8 u			—	—	IV	
81	528 4			—	—	IV	
80	764 4	—	761	769	765	1 A	
80	220 8 u	220	220	220	—	IV	2) 3)
79	638 2			—	—	IV	
79	498 1			—	—		
78	970 3			—	—	IV	
78	545 2			—	—	IV	
78	014 6	014	015	014	014	IV	2)
76	800 2			—	—	IV	
76	448 6	450		450	—	IV	2) 4)
75	042? 1			—	—		
73	083 3 R			—	—		
72	087 3 R			—	—	IV	
71	059 1			—	—	IV	
71	358 4	—	—	—	—	IV	
70	848 2			—	—		
67	907 1			—	—		2)
67	868 2			—	—		
66	440 4			440	440	IV	
65	868 8			—	—	IV	
65	005 2			—	—	IV	
63	874 1			—	—		
61	945 6			949	—	IV	2)
61	870 2			—	—	IV	
60	650 6	660	667	661	—	IV	2) 3)
60	842 2		—	—	—		
60	200 2 u		—	—	—		2)
57	877 4		877	880	—	IV	2)
57	037 4	043	044	044	—		2)
56	260 4 u		—	—	—	IV	2)
55	203 2		—	—	—	IV	
54	510 2 u		—	—	—	IV	2)
53	202 4		—	—	—		
53	208 4		—	—	—	IV	2)
51	867 1		—	—	—		
51	341 6 u	349	354	345	—	IV	2)
50	801 2 u	—	—	—	—		2)
47	798 1	—	—	—	—		
46	057 2	—	—	—	—		

1) Burns 168, zu hoch.

2) Nach Lang (180, ungeeignet als Normale.

3) Burns (168) zu tief.

4) Fabry und Buisson: 8175.446.

Gruppe	Burns Glitter	Burns Interf.	Müller Glitter	Pickhan Glitter	Mittel- wert	Klasse	
	[168, 173, 183]	[180]	[251]	[230]			
3144	488 4 n					IV	1)
43	982 6 n			988		IV	1)
43	242 2					III A	
42	888 4			894		IV	
42	445 4			450		IV	1)
40	885 4					V	1)
39	908 2					V	1)
34	109 5	115	115	115	114	III	
32	514 2 n					V	1)
29	834 4	310				IV	
26	172 1					IV	1)
25	603 6	605		605	604	III	2)
20	874 2 n						1)
20	435 4			438	437	IV	
19	495 4		505	498	500	IV	
16	632 5	638		638	636	III	
12	070 2					IV	
11	823 1						
10	844 2 n						1)
10	285 2 n						1)
02	871 1						1)
01	083 2						
00	838 2					II	
00	868 4 R		874	872	871	II	
00	805 4 R		812	809	809	II	
8089	984 4 R		970	969		II	
99	895 4 R		903	902	901	II	
98	191 8	194				IV	
95	270 2						
95	888 2rd						1)
98	806 2						
98	880 2					IV A	
92	785 1					III	
91	581 4 R	582	583	582	582	II	
90	209 1						
88	745 4 R	747	746	748	747	II	
80	118 1						1)
79	984 1						
78	486 3					IV	
78	020 3					IV A	
77	172 2						
75	725 5 R	726	725	726	726	II	2)
74	442 1						
74	157 2						
73	982 1						
68	180 4	180	180	180	180	IV	
67	952 1						

1) Nach Lang, 180] ungeeignet als Normale.

2) Fabry und Buisson: 8125, 861, 9075, 725.

Gruppe	Burns Gitter	Burns Interf.	Müller Gitter	Pickhan Gitter	Mittel- wort	Klasse	
	158, 173, 183	180	251	280			
3067	350 6 R		257	252	253	II	
67	123 4		124			IV	
67	008 1						
66	187 3					IV	
63	900 2						
60	990 3					IV	
60	516 1						
60	000 6 R		092	091	092	I	1)
57	451 6 R		451	451	453	II	1)
55	268 4	268	260	268		III	
53	070 4		070	074		IV	
48	406 2 1						2)
47	008 6 R		614	612	611	I	3)
47	017 1						
46	929 1						
45	504 1						
45	082 4	086	087	089	086	III	
42	072 5		076	072		III	
42	026 1		030	028		III	
41	745 4		750	748		III	
41	039 3		038	046		IV	
40	430 4	435	436	436	434	III	
39	322 2						
37	782 2					IV A	
37	392 6 R		385	392	383	I	1)
33	101 1						
31	641 6 R		614	614		III	
31	216 4		220	221		IV	
30	150 4	156	156	156	154	IV	2)
29	237 2					IV	
26	408 6		400	472		III	
26	848 6 R		840	830	848	I	
26	034 4		030	040		IV	
26	285 2					III	
24	036 6 R	038	039	039	038	I A	
21	502 2						
21	076 6 R		078	078	077	I	
20	043 6 R		044	048	045	I	1)
20	495 6 R		495	501	497	I	
19	201 1						
18	994 6 R	990	991	990	989	III	
17	030 6 R	034	034	034	033	I A	
16	200 2 1		191	196		III	
16	179 2						
16	925 3			927		IV	
14	919 2					IV A	

1. Zeemanseffekt von van Bolderbeek 125 gemessen.

2. Nach Lang (190) ungeeignet als Normale.

3. Fabry und Buisson: 1909, 152.

Gruppe	Burns Gitter	Burns Interf.	Müller Gitter	Pickhan Gitter	Mittel- wert	Klasse	
	158,173,163	190	251	230			
9014	176 2					IV	
12	456 2n			458			1)
11	484 4	487		487	486	IV	
09	576 5 R		577	578	577	II	
09	608 8					IV	
08	142 5 R		148	148	146	I	2)
07	284 4 R		298	290	287	I	
07	146 4			150		III	
06	306 2					IV	
04	119 2						
03	084 4	086	087	086	086	III	
02	651 2			655		V	3)
00	951 5 R		955	955	954	I	2)
00	453 4			456		III	
2000	516 5 R	518	517	518	517	II	
06	391 4					IV	
04	50 2						
04	434 6 R		437	438	436	I	2)
e h 91	648 4 n					IV	1)
90	394 4	397		398		IV	
88	478 2					IV	
87	200 5	208	207	208	207	III	3)
86	655 1						
86	400 3					III	
86	318 2						
85	552 4					V	
84	884 4			884	884	IV	2)
84	788 1						
88	571 4 R		572	570	571	I	
81	356 4					IV	
81	448 4 R		440	448	448	I	
80	586 8					IV	
79	356 2						
78	180 4					IV	
78	286 4 R		285	288	286	I	
78	187 4 R			187	187	I	
72	275 2					IV	
70	518 4					V	
70	107 4 R		109	109	108	I	
69	482 4		485	485	484	I	
69	864 3					II	
68	484 2						
66	902 6 R		900	902	901	II	2)
65	816 2					IV	
65	258 5 R		257	259	258	II	

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

3) Fabry und Buisson: 2987.298.

	Burns Gitter	Burns Interf.	Pickhan Gitter	Müller Gitter	Mittel- wert	Klasse
	168, 173, 183	190	290	[231]		
2906	010 3					
04	032 2					
60	003 2					IV
60	006 4	008	008		007	IV
67	401 2					
67	370 6 R		370	371	370	II
61	050 3					IV
63	043 6 R		043	042	043	II
63	778 3					V
63	400 3					IV
60	200 0 U					IV
40	200? 5					V
48	439 4					IV
47	870 6 R		880	881	879	I
47	001 4					V
47	000 2					
46	070 2 n					IV
44	400 4					V
41	343 8	348	346	347	346	I
40	502 3 n					
37	800 0 n					IV
30	001 7 R			005	004	I
29	018 2					IV
29	118 4					IV
29	006 7			008	006	I
26	804 6					V
26	800 3					IV
26	868 3					IV
23	832 4					IV
23	441 2 n					
23	289 4					IV
22	62 1 n					
20	608 4					IV
19	840 2					
18	354 3					IV
18	027 6	081				IV
14	805 2			319		IV
12	257 2					IV
12	101 8			168	169	I
00	600 2					
04	804 2					
07	618 3					V
06	411 2					
04	163 2					
01	010 4					IV
01	392 4					IV

1. Nach Lang, 180, ungeeignet als Normale.

2. Fabry und Buissou: 2941, 347, 2912, 157.

	Burns Gitter 154, 173, 163	Burns Interf. 190	Müller Gitter 251	Mittel- wert	Klasse		Burns Gitter 154, 173, 163	Müller Gitter 251	Mittel- wert	Klasse
2800	418 4	412	—	420	IV	2843	974 7 R	—	—	II
98	351 2	—	—	—	—	43	928 2	—	—	II
95	086 4	—	—	—	III	43	629 5	—	—	III
94	506 4	—	—	—	III	42	558 2	—	—	—
93	882 2	—	—	—	IV	40	648 2	—	—	—
93	763 2	—	—	—	IV A	40	422 4	—	—	II
92	485 3	—	—	—	—	39	531 2	—	—	—
91	904 2	—	—	—	—	38	118 6	122	120	III
89	991 2	—	—	—	—	35	949 2	—	—	—
87	808 4	—	—	—	V	35	710 3	—	—	—
86	318 2	—	—	—	IV	35	455 4	—	—	I
83	748 2	—	—	—	—	34	750 2	—	—	—
83	726 3	—	—	—	V	32	433 6 R	437	—	II
80	757 3	—	—	—	V	31	559 3	—	—	—
80	577 2	—	—	—	IV	28	808 4	—	—	III
78	762 2	—	—	—	—	27	894 4	—	—	III
77	303 5	—	303	303	III	26	697 4	—	—	II
75	337 1	—	—	—	—	25	556 6	—	—	II
75	308 3	—	—	—	IV	23	276 7	—	—	II
74	176 7	—	178	177	I	20	807 2	—	—	IV
73	403 2	—	—	—	—	19	392 2	—	—	—
72	379 1	—	—	—	—	19	28 1	—	—	—
72	388 4	—	—	—	III	17	506 3	—	—	III
69	313 6	—	306	—	I	15	507 2	—	—	IV
67	88 2	—	—	—	—	13	288 9	290	289	II
67	565 2	—	—	—	IV	08	389 2	—	—	III
67	813 2	—	306	—	IV	07	944 2	—	—	III
66	839 4	—	—	—	—	06	985 7	967	—	II
65	191 3	—	—	—	—	04	865 2	—	—	—
63	886 5	—	—	—	I	04	523 7	525	524	II
63	484 4	—	—	—	III	03	614 2	—	—	—
62	496 3	—	—	—	IV	2709	297 1	—	—	—
58	898 4	—	—	—	II	99	152 2rd	—	—	III
58	841 3	—	—	—	—	97	777 4	—	—	III
57	998 2	—	—	—	—	95	008 2	—	—	III
57	809 2	—	—	—	—	94	706 2	—	—	—
55	673 2	—	—	—	—	93	888 2	—	—	—
53	771 3	—	—	—	—	92	402 2	—	—	III
53	685 2	—	—	—	—	91	792 3	—	—	—
51	798 8	802	801	800	II	91	481 2	—	—	—
48	714 4	—	721	—	III	89	806 3	—	—	—
48	047 1	—	—	—	—	89	480 2 u	—	—	—
46	880 2	—	—	—	IV	88	108 6 R	108	108	II
45	709 2	—	—	—	—	87	988 4	—	—	II
45	598 4rd	—	594	—	—	84	849 2	—	—	—
45	55 1	—	—	—	III	83	698 3	—	—	—

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

2) Fabry und Buisson: 2912.157, 2874.176, 2851.800, 2813.290.

	Barns Glitter	Müller Glitter	Mittel- wert	Klasse		Barns Glitter	Müller Glitter	Mittel- wert	Klasse
	168, 173, 163	251				168, 173, 163	251		
2781	MM 4			III	2744	072 R	—	—	II
70	MM 3			III	43	508 4	—	—	III
78	MM 4			III	43	199 0	200	200	2)
78	226 0	229	224	III	42	408 0 R	—	—	II
78	076 3			III	42	258 4	257	—	III
74	733 4			III	42	021 4	—	—	III
78	254 4			III	41	838 2	—	—	
72	511 2				30	551 9 u	552	551	2) 3)
72	112 0	112	112	III	38	19 1	—	—	
72	043 4			II	37	833 3	—	—	
70	804 2				37	643 2	—	—	
69	671 3			III	37	312 0 R	—	—	II
69	366 3				36	970 4	973	—	
69	300 4				35	611 3	—	—	
68	928 2				35	480 8	478	479	III
68	110 2				34	619 2	—	—	
67	518 7	518	518	III	34	271 4	—	—	III
66	910 4			III	34	010 4	—	—	III
66	650 2				33	580 9	578	—	II
64	327 4			III	30	984 3	—	—	III
63	107 4			III	30	740 4	—	—	
62	774 3				28	972 2	—	—	
62	029 5	029	029	III	28	902 3	—	—	
61	803 4				28	825 4	—	—	III
61	788 5	783		III	28	028 4	—	—	III
59	810 4			III	27	542 5	541	541	2)
57	864 2				27	380 3	—	—	
57	316 4			III	26	243 3	—	—	
56	852 5 d			I	26	004 4	—	—	III
56	270 3				24	054 4	—	—	III
55	736 8 u			2)	24	802 3	—	—	
54	424 3			III	23	582 0 R	—	—	II
54	082 4			III	20	910 7 R	907	909	II
53	854 4			III	20	202 3	—	—	
52	290 4			2)	19	496 4	—	—	III
50	874 4				19	087 7 R	084	086	II
50	145 6 R			II	18	445 4	—	—	III
49	487 3				17	794 3	—	—	III
49	324 7	325	325	2)	17	875 2	—	—	
49	182 4	184	—		16	259 2	—	—	
47	568 2	—	—		16	296 3	—	—	
46	988 4	985	—	III	15	396 2	—	—	III
46	496 7	496	496	2)	14	875 4	—	—	
44	531 5	—	—	III	14	419 6	415	418	2)
				2)	14	087 2	—	—	

1) Fabry und Buisson: 2778, 225.

2) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

3) Fabry und Buisson: 2739, 550, 2714, 419, 2679, 065.

	Burns Gitter	Müller Gitter	Mittel- wert	Klasse		Burns Gitter	Müller Gitter	Mittel- wert	Klasse
	[158, 173, 168]	[251]				[158, 173, 168]	[251]		
2711	848 3	—	—	III	2684	670 3	—	—	
11	662 5	—	—	III	64	642 3u	—	—	1)
11	469 2u	—	—		62	320 2u	—	—	1)
10	552 4	—	—	III	62	066 3	—	—	III
10	000 2u	—	—		61	317 2	—	—	1)
09	063 3	—	—		61	200 2	—	—	
08	540 4	—	—	IV	60	406 2	—	—	III
07	456 2	—	—		58	798 2	—	—	
06	590 5	—	—	III	56	154 3	—	—	III
06	07 1	—	—	IV	51	718 3	—	—	III
06	020 3	—	—		47	568 3	—	—	III
03	995 3	—	—		45	431 2	—	—	III A
02	455 2	—	—		44	008 4	—	—	III
01	912 2	—	—		41	654 3	—	—	III
2080	114 4	—	—	III	36	489 3	—	—	III
97	028 3	—	—	III	35	818 4	—	—	III
96	210 5u	—	—		34	782 2	—	—	1)
95	998 4u	—	—		32	004 2	—	—	III
95	689 2	—	—		32	248 4	—	—	III
95	542 3u	—	—		31	617 2	—	—	
95	044 3	—	—	III	31	332 6	—	—	1)
94	544 4u	—	—		31	053 3	—	—	1)
92	842 2	—	—		30	082 3	—	—	
92	656 2	—	—		29	600 5	—	—	III
92	612 3	—	—		28	308 6	898	300	1) 1)
92	255 2	—	—		25	876 8	—	—	1)
90	074 3	—	—	III	25	499 4	—	—	
89	888 4	—	—	III	23	544 4	—	—	III
89	421 1	—	—		23	878 2	—	—	III
89	290 5	—	—	III	21	677 6	671	674	
84	868 2	—	—		20	704 3	—	—	
84	759 3	—	—		20	419 3	—	—	
84	078 2u	—	—		19	031 3	—	—	
83	948 1u	—	—		18	719 3	—	—	III
82	318 2u	—	—		18	027 4	—	—	III
81	591 4u	—	—		17	627 6	619	624	1)
80	460 3	—	—	III	15	429 2	—	—	
79	066 6	066	066		14	506 3	—	—	III
75	287 2u	—	—		13	835 3	—	—	
73	219 2	—	—	III	12	787 3	—	—	III
69	498 4	—	—	IV	11	865 3	—	—	1)
67	918 2	—	—	III A	11	096 2	—	—	
66	970 3	—	—	III	10	759 3	—	—	III
66	818 4	—	—	III A	09	233 2	—	—	
66	644 3	—	—		08	584 3u	—	—	1)
66	405 3	—	—	III	07	099 7	097	098	1)

1) Nach Lang [180] ungeeignet als Normale.

2) Fabry und Buisson: 2679.065, 2628.296.

3) Zeemaneffekt von van Bilderbeek [126] gemessen.

Burns Glitter 158, 178, 163	Müller Glitter 251	Mittel- wert	Klasse	Burns Glitter 158, 178, 163	Müller Glitter 251	Ham- m 165	Mittelwert	Klasse
2601 839	820		III	2642 105	5			IV
06 087	6		III	40 976	6	978	977	III
04 700	2			37 180	6			
2690 577	567		III	35 610	6	613	612	III
90 405	611			83 80	2			IV
98 390	7	374		30 70	2			III
94 101	2		III	20 832	6	841		III
94 046	2		III	20 80	2	818		
95 525	2rd			20 187	6u	140	139	III
92 796	4			27 44	4R			II
91 554	4			26 03	2			
91 264	2			24 201	6			II
88 010	6	002	III	23 061	4			
87 968	1			22 855	4R			II
85 898	7	883	IV	19 04	2			
84 544	4	680	III	18 107	6u			II
83 754 Mn ² 2u				17 063	4			
82 680	4	602	601	12 303	4			III
82 310	4u		III	10 837	6u	840	839	II
80 074	2			07 304	4			III
79 855	2			01 70	2			
79 275	2			01 135	3u	187		II
77 080	4	042		2408 10	10			IV
76 880	4			00 580	5	587		III
76 690	4		III	01 162	4R			II
76 111	6			00 659	4R			II
75 755	4			00 759	6u			II
74 374	3			04 148	4R			II
72 782	2			07 371	4			
70 860	3			07 069	4			
70 596	3			00 083	4			
69 751	3			00 080	4			
69 605	3			04 188	6			II
68 872	2			04 543	4			II
06 921	4	022	021	03 277	5R			II
64 764	2			70 782	4			II
64 586	2			70 48	2			III
63 820	2			70 07	2			III
63 486	5	470		74 818	6			
62 544	5	580	541	70 150	4	163		
49 616	6		III	72 010	4			II
46 88	2			72 875	5			
45 979	3		III	72 361	6	348		III
44 716	4		IV	68 885	5			III
43 927	6	025	IV	07 74	2		748	

1, Zeemaneffekt von van Bilderbeek 195 gemessen.

2, Nach Lang (190) ungeeignet als Normale.

3, Fabry und Hulson: 2648.016, 2669.541.

4, Nach King 362.

	Burns (Gitter 164, 173, 163)	Müller (Gitter 251)	Hamm (166)	Schu- macher 223	Mittel- wert	Klasse		Müller (Gitter 251)	Hamm (166)	Schu- macher 223	Klasse
2465	165	6	—	—	—	III	2359	—	—	97	4
62	652	6	(650)	—	—	II	59	—	—	62	1 u
62	191	6	—	—	—	III	59	111	—	12	6
57	602	6	597	—	—	II	55	—	—	98	1
53	478	4	—	—	—	III	54	—	—	80	6
47	717	4	711	—	—	II	54	—	—	52	3
43	871	4	—	—	—	—	53	—	—	70	2 u
42	574	4	575	577	575	—	52	—	—	41	1
40	11	2	114	118	—	—	51	—	—	22	4
39	746	4	746	—	—	—	50	—	—	43	2
38	19	2	—	188	—	III	49	—	—	84	2
13	313	6	311	—	311	—	48	—	—	82	2
11	071	6	—	—	—	—	48	—	—	32	5
10	523	6	—	—	—	—	48	—	129	14	5
06	613	6	—	—	—	—	45	—	—	32	2
04	844	6	845	—	—	—	44	—	—	31	4
04	435	4	431	—	—	—	43	—	—	97	3
2300	244	6	243	—	—	—	43	504	410	50	7
95	624	6	—	—	—	—	42	—	—	24	1 u
95	423	4	—	419	421	—	40	—	—	24	1 u
89	979	4	—	—	—	—	39	—	—	54	2 U
88	631	6	—	—	—	—	38	015	006	7.99	6
84	39	2	300	—	—	—	36	—	—	14	1
83	253	4	—	—	—	—	34	—	—	52	2
83	06	2	—	—	—	—	33	—	—	38	1 u
82	039	8	—	—	—	II	32	809	798	74	6
81	85	2	—	—	—	—	31	—	805	29	7
80	763	4	763	—	—	—	29	—	—	60	2
79	276	4	276	275	276	—	29	—	—	87	1 u
75	193	4	—	194	194	—	28	—	—	80	1 u
73	733	6	741	—	737	II	27	—	—	96	1 u
73	624	4	623	—	—	—	27	—	398	37	6
72	—	—	—	62	2	—	21	—	—	32	2
72	—	—	—	24	1 u	—	20	—	—	33	3
71	—	—	—	44	4	—	19	—	—	94	2
70	—	—	—	49	6	—	18	—	—	57	1
69	—	—	458	47	2	—	18	—	—	19	2 u
68	—	601	594	60	7	III	14	—	—	86	1 u
66	—	—	591	59	5	—	14	—	—	40	1 u
65	—	—	—	45	1 u	—	13	—	—	96	2
64	—	833	829	82	8	—	13	—	—	60	2
63	—	—	—	68	1	—	13	—	—	25	2
62	—	—	—	70	2 u	—	13	—	—	07	5
62	—	—	—	38	1 u	—	12	—	—	01	1 u
62	—	—	—	06	8	—	10	—	—	95	3
60	—	—	—	31	5 u	—	09	—	006	99	5

1) Fabry und Buisson: 2413.310, 2378.737.

2) Zeeman-Effekt von van Bilderbeek [125] gemessen.

3) Hier liegt offenbar bei Schumacher ein Druckfehler vor.

	Hamm		Schu- macher		Pfla	Klasse		Hamm		Schu- macher		Pfla	Klasse
	[165]	[223]	[204]					[165]	[223]	[203]			
2304		77	2u					2276	15	3	22	4	
06		41	3					74	04	4	13	5	
06		22	2					72	70	3	40	5	
04		74	3					72	57	1	07	3	
03		56	2		II			72	04	3	12	5	
03		43	2					71	70	3	22	4	
02	—	06	1u					71	27	2	25	1	
01	—	06	5					70	416	3	40	4	
00		50	1					70	29	1	6	1	
00		13	5					08	54	1	03	2	
2299	—	42	1	40	2			08	—	—	25	2	
99	—	22	4	29	5	III		07	56	3	03	5	
98	—	06	2	72	4			07	48	3	51	3	
98		18	4	22	7	II		07	08	2	17	5	
97	—	78	4	25	6			06	80	2	99	5	
96		96	4	04	5			06	317	2	27	4	
96		17	1u	20	1			05	90	2	6.11	2	
95	—	51	1u	04	1			05	00	1	08	1	
95	—	01	1	10	1			05	37	1	13	5	
94		—	—	00	5			04	—	—	00	5	
94		42	2	44	6			04	40	5	41	5	
93		70	1	—	—			02	08	1	75	4	
92		52	4	55	5			02	—	—	2	1	
91		00	2	00	4			01	15	1	—	—	
91	—	14	3	15	6			00	02	3	02	6	
90		90	1	—	—			00	59	2	03	4	
90		20	2u	24	4			00	24	1	28	5	
90		54	2	03	5			00	04	3	10	5	
90	—	07	2	13	4			00	52	4	58	5	
89		00	4	04	6			00	27	1	14	4	
88	—	10	3	19	3			57	00	1	88	3	
87		04	3	70	5			56	73	1	14	2	
87	—	27	3	15	5			56	40	1	00	2	
86	—	03	1u	50	2			55	81	4	91	7	
86		50	1	—	—			55	13	1	19	3	
84		06	5	21	4			55	05	2u	—	—	
83	—	04	3	75	4			54	38	1	48	2	
83		30	2	42	4			54	—	—	2	1	
83		10	1	18	3			53	13	4	18	6	
82		01	1	00	3			51	04	3	92	6	
81	—	90	1	2.11	3			51	57	1	02	4	
81	—	55	1	—	—			50	94	2	06	4	
80	—	20	2	24	6			50	79	2	82	4	
79	—	01	3	07	6			50	23	2	26	4	
79	—	—	—	20	1			50	12	2	—	—	
78	—	—	—	72	2			49	47	1u	—	—	
77		07	4	73	5			49	16	3	21	7	
77	—	00	2	15	4			48	85	3	90	6	
75	—	94	3	6.04	5			47	73	1	72	4	
75	—	57	2	61	4			47	48	1	—	—	

Schu- macher				Pfla			
[223]				[208]			
2245	64	8		60	6		
45	50	1u		—			
45	12	1		—			
44	—			70	1		
43	88	1		—			
41	83	1		91	3		
41	—			47	2		
40	61	4		68	5		
40	—			37	1		
38	99	1u		9.00	2		
38	25	2		—			
37	81	2u		88	2		
37	—			59	2		
36	71	1u		75	1		
36	28	3		—			
34	84	1		90	3		
34	40	2		46	4		
33	89	3		96	4		
32	06	2		11	3		
31	—			51	2		
31	18	3		20	7		
30	07	2		10	4		
29	08	2		15	6		
28	84	2		90	3		
28	15	2		19	4		
27	—			20	2		
26	82	1		70	0		
24	42	1		68	2		
23	43	2		49	4		
22	72	1		84	4		
22	—			46	1		
22	—			16	1		
21	80	3		92	2		
21	31	1		26	4		
21	18	1		—			
20	88	1		—			
20	36	3		48	4		
19	84	2		98	3		
18	87	1		—			
18	—			33	3		
17	71	1u		88	4		
17	58	1u		78	3		
16	—			53	2		
15	—			10	1		
14	—			12	2		
13	80	2		—			
13	59	1		70	4		
11	17	2		27	3		
10	68	2		74	4		
09	—			15	2		

Schu- macher				Pfla			
[223]				[208]			
2209	—			04	1		
08	73	2		—			
08	—			44	3		
07	97	2		8.08	3		
07	02	2		12	4		
06	—			56	1		
06	—			16	2		
05	—			1			
04	01	1u		1			
03	40	1u		1			
01	09	2		09	3		
00	69	3		68	3		
00	34	3		30	6		
2199	72	1		—			
99	56	3		52	5		
98	59	0		06	1		
97	—			23	2		
96	44	1		—			
95	99	4		8.01	5		
95	70	2		—			
93	48	2		67	4		
93	38	2		46	4		
92	75	1		87	2		
91	78	3u		85	5		
90	89	0		1.20	4		
90	71	3		80	4		
89	31	1u		25	2		
88	98	1u		9.09	2		
87	—			70	1		
87	11	3		29	4		
86	31	2		90	3		
86	43	3		49	4		
86	18	1u		29	3		
85	12	1u		1			
84	36	1		53	2		
83	89	3		4.01	4		
83	41	1		51	2		
82	35	4		1			
81	06	1u		—			
80	79	2		92	3		
80	20	1		32	1		
79	93	2		—			
78	83	2		—			
78	02	4u		14	5		
76	75	3		92	4		
76	31	1		52	2		
75	95	1		6.33	2		
75	71	1		94	2		
75	89	2		56	4		
74	96	2		99	1		

Schu- macher				Pfla			
[223]				[208]			
2274	08	1		29	2		
73	62	1		8	2		
73	14	2		31	3		
72	88	1		3.12	2		
72	51	3		70	4		
72	07	2		28	3		
71	20	4		38	5		
70	48	2		67	3		
69	88	2		0.09	3		
69	00	1		4	1		
68	34	1		49	3		
68	00	2		17	3		
67	—			97	1		
67	32	1u		49	3		
66	79	2u		92	6		
66	00	2u		88	6		
66	16	1u		32	3		
65	80	2u		92	5		
65	45	1u		65	3		
64	49	2		61	3		
64	30	1u		41	2		
63	78	2		95	3		
63	31	3		45	4		
62	16	2		37	3		
61	93	2		2.10	4		
61	43	2		69	4		
61	27	2		28	1		
60	33	1		53	1		
60	10	1		35	1		
59	84	3		0.03	5		
59	54	2		76	3		
59	33	1		55	2		
59	05	1		30	1		
58	82	2		9.04	2		
58	60	1		33	3		
58	41	3u		60	3		
58	13	1u		—			
57	69	2		89	4		
56	37	3		61	4		
55	71	1u		95	2		
55	55	1u		78	3		
55	14	1u		37	2		
54	92	2		5.14	4		
54	37	2		61	4		
53	96	1		4.22	3		
52	83	3		3.10	4		
52	—			83			
52	10	1u		32	4		
51	31	1u		99	1		
51	72	1u		—			

	Reh- macher	Pfisa
	[223]	[204]
2151	65 2u	7h 6
50	90 2	1.10 4
50	90 1	00 3
50	04 2	20 3
49	55 0	—
49	37 1	—
49	01 1	19 2
48	44 1	57 3
48	30 1u	50 3
47	57 2	34 4
46	93 2	7.14 3
46	65 2u	34 4
46	—	37 1
45	92 0	0.10 1
45	77 0	—
45	01 2	28 4
44	41 1	66 2
44	29 2	57 5
43	74 2	4.08 3
43	22 1u	49 2
42	03 1u	95 1
42	42 0	—
41	97 1u	2. 1
41	02 2	33 4
41	33 2u	59 3
40	79 1	—
39	85 1	0.06 3
39	58 2	78 5
38	00 1u	0
37	—	0
36	11 1u	23 2
36	—	04 4
35	41 1u	53 3
35	07 0	19 2
35	22 1	45 2
31	90 2	2.08 4
30	87 3	1.04 4
30	33 1	51 2
30	36 0	54 2
27	78 1u	91 2
26	—	39 1
24	91 1u	5.07 3
23	—	12 1
21	34 0	2.18 1
19	—	32 1
17	36 1	—
15	09 0	20 4
12	94 1u	97 1
11	—	24 1
10	22 1u	24 4

	Reh- macher	Pfisa
	[223]	[204]
2100	—	91 2
09	R.93 1	01 4
08	—	35 2
08	—	21 3
07	—	19 1
06	42 0	48 4
06	—	37 4
04	—	43 1
04	—	06 1
03	—	16 3
03	—	06 3
02	—	43 4
00	—	38 4
00	—	29 2
2009	—	3 1
99	—	0 3
98	—	1 2
97	—	6 1
97	—	— 0
95	—	— 0
94	—	7 1
94	—	3 0
93	—	7 4
92	—	2 0
91	—	— 0
90	—	9 2
90	—	4 3
90	—	— 0
88	—	0 0
87	—	5 4
86	—	3 0
85	—	— 0
84	—	20 4
80	—	3 3
78	—	3 1
77	—	5 3
75	—	7 1
75	—	3 0
74	—	— 0
73	—	3 1
72	—	— 0
72	—	0 1
70	—	5 1
70	—	1 1
68	—	0 2
66	—	1 1
63	—	7 3
62	—	3 0
58	—	— 0
57	—	4 2

	Pfisa
	[206]
2155	3 3
51	0 3
49	— 0
49	— 0
48	4 1
43	2 0
40	6 3
39	4 0
38	4 2
34	— 0
33	— 0
32	3 2
29	0 1
27	5 1
20	6 3
18	7 3
17	8 1
17	0 1
18	1 0
15	5 2
13	3 1
10	7 3
10	— 0
07	3 1
07	5 1
07	0 0
06	— 0
04	— 0
03	— 0
01	— 0
00	3 3
1999	— 0
98	7 1
97	— 0
96	— 0
95	— 0
94	— 1

McLennan u. Lang [227]	Millikan, Bowen and Sawyer [250]	Millikan, Bowen and Sawyer [250]	Millikan, Bowen and Sawyer [250]	Millikan, Bowen and Sawyer [250]
2027	1987.8 1	1615.4 0	1194.7? 0	823.4 1
1984	88.1 1	09.8 0	92.2 1	20.1 1
1975	64.5 1	01.5 5	86.4 2	16.7 1
1954	59.5 2	1597.7 2	82.5 1	18.7 2
1944	58.6 2	95.2 1	79.1 0	08.2? 2
1935	50.6 1	91.7 0	72.3 0	700.8? 2
1924	44.8 1	84.7 0	69.2 0	49.7? 0
1905	37.9 1	80.3 1	66.1 0	39.8 1
1885	31.0? 2	76.6 0	58.0 1	29.9 8
1863	26.4 2	68.6 1	53.4? 1	086.8 0
1855	22.6 1	63.6 0	48.4 2	94.0 1
1815	17.9 1	56.5 0	25.3 1	91.2 1
1799	14.2 3	42.5 2	17.9 1	40.2 0
1783	10.2 0	38.3 2	1089.4 0	089.4 4
1768	07.0 0	32.3 2	62.1 2	66.9 4
1728	01.1 0	25.5 2	31.8 4	63.3 0
1686	1895.6 4	1472.6 0	26.9 1	61.8? 2
1620	91.0 1	69.3 0	21.8 2	54.5 1
1593	81.9 2	65.4 1	17.6 6	46.4 1
1574	77.6 1	56.0 0	06.0 2	39.6 0
1529	70.8 2	49.2 0	00.8 1	36.0? 1
1520	60.0 1	40.7 1	937.8? 2	32.9 1
1485	50.0 1	30.6 2	94.0? 2	12.8 2
1470	48.9 2	15.2 1	89.8 3	00.1? 9
1453	27.6? 1	09.4 2	81.2 1	02.4 4
1443	1797.9 1	1887.8 2	71.5 0	594.1? 4
1427	92.8 0	76.3 1	67.0 1	94.2? 3
	87.6 1	73.9 2	62.4 2	90.9 0
	86.1 1	65.8 1	55.3 0	84.2 1
	75.9 0	62.0? 2	50.2 1	84.0 3
	70.2 1	58.1 1	44.4 0	80.2? 8
	46.9 0	48.9 0	37.7 0	77.3 1
	24.0 2	45.9 0	34.8 0	69.8 3
	18.8 2	21.1 1	29.2 3	65.7 3
	10.6 1	17.9 1	11.5 2	62.1 1
2152.9 0	02.2 0	15.3 0	899.3? 0	58.8 1
45.4 0	1695.3 1	11.1 0	91.2 2	52.1 7
06.2 0	90.7 0	09.5 0	84.1 2	48.7? 7
04.4 0	87.2 1	01.6 0	80.6 2	31.7 1
2098.7 2	81.8 0	1297.1? 0	76.3 2	529.4 1
91.0 2	76.0 1	91.2 0	73.6 2	19.2 0
85.4 1	73.8 1	85.9 1	69.1 1	06.7 3
79.8 2	62.5 1.	77.5 1	63.2 3	02.4 3
69.3 1	58.3 0	72.2 2	59.9 4	445.5 1
58.0 1	56.7? 1	66.2 1	54.9 1	26.5 3
51.1 0	46.8 0	60.8 2	51.3 2	22.0 3
40.1 0	39.9 1	54.1 2	47.7 2	17.5 4
35.7 0	30.9 2	38.0 0	45.0 2	11.1 2
00.1 1	26.8 1	26.9 2	41.1 1	07.2 2
1995.0 1	22.2 1	12.5 1	37.8 1	00.8 3
92.1 1				

Millikan, Bowen and Sawyer (240)	L. u. E. Bloch ¹⁾ (247)	L. u. E. Bloch ¹⁾ (247)	L. u. E. Bloch ¹⁾ (247)	L. u. E. Bloch ¹⁾ (247)
895.6 ² 4	1844.5 2d M	1711.6 1	1634.2 1 M	1580.8 1 M
92.0 7	180.0 1 M	10.0 2d M	32.6 1	78.9 1
87.7 ² 9	27.3 1d M	07.7 1	31.1 2 M	77.2 1 M
85.2 ² 9	18.6 1	02.3 2d M	20.2 1	75.2 1
81.1 4	13.0 1	00.8 1	20.6 2 M	72.7 1
77.1 1	08.4 1	1089.0 1	25.6 1	71.3 1
66.8 5	02.3 1	97.3 1	23.6 1	70.3 1
61.6 0	1707.1 1 M	96.0 1 M	21.6 2 M	68.4 1d M
57.6 0	192.0 1 M	91.0 1 M	18.6 1d	66.7 1
54.6 1	401.3 3d M	87.0 2 M	16.9 1	65.0 1
50.6 1	76.3 1d M	401.3 1d	15.2 1 M	64.0 1 M
11.8 2	71.0 1	83.8 1	14.3 1	62.9 1
08.6 2	09.7 2 M	80.8 1d M	13.2 1	61.6 1
04.0 ² 0	06.0 1	78.7 1d	11.7 1	60.6 1
01.6 0	02.2 2	76.9 1d M	09.1 1d	59.1 1
297.3 2	00.1 1	73.2 2 M	07.7 2d	57.4 1
94.3 2	08.6 1	70.0 2	06.1 1 M	56.4 1 M
90.8 1	06.7 1	68.4 1d	05.0 1	52.7 1
71.6 ² 0	03.6 1	62.4 2 M	03.6 1	50.2 1
	01.7 1	60.6 1 M	01.4 2d	44.3 1
	40.0 1	58.7 1	1000.5 1	42.4 2d M
	47.4 1 M	52.8 1	97.8 1 M	39.0 2d M
	194.1 1	47.2 2 M	96.1 1	37.0 1
	36.6 1	46.3 1	94.7 1 M	35.4 1
	32.6 1	43.6 1	92.1 1 M	34.1 1
	31.1 1	41.0 2	90.3 1d	32.6 2 M
	24.6 2 M	40.0 3 M	88.1 1	31.7 1
	180.3 M	38.3 1	86.4 1 M	30.3 1
	13.4 2d	46.8 1	83.4 1	

1 Die mit M bezeichneten Linien finden sich auch bei Millikan, Bowen und Sawyer.

Röntgen-Gebiet. (X-E.)

K	Niegbahn (229)	Niegbahn u. Henström (194, 200)	Niegbahn (205)	Niegbahn u. Dolejsch (256)	Dolejsch (261)	Stensoon (236)	Moseley (155)	
" ₂		11892	11891.00			1886.60		K-L ₁
" ₁	10332.80	19294	82.39	1032.30			1946	K-L ₂
" _{2, 4}			23.8		1923.30			
" ₃	1763.17	1744	1760.00	1763.04			1766	K-M ₁
" ₄		1736	40.76					L-N ₁

Einzeluntersuchungen.

Wir wenden uns nun zu den zahlreichen Einzeluntersuchungen über die Emission des Eisens. Erwähnt seien zunächst einige Arbeiten über die Formen des Bogens zwischen Eisenelektroden.

Fabry und Buisson [127] zeigen, daß der Bogen in zwei verschiedenen Arten brennen kann; dann [127] beschäftigen sie sich mit dem Bogen unter vermindertem Druck. Hagenbach¹⁾ bestimmt mittels der Methode der Isochromaten die Temperatur des Bogens, findet an der Anode 2585–2605°, an der Kathode 2430°. Eine Reihe weiterer Angaben, zugleich für die Intensität der Eisenlinien in verschiedenen Formen des Bogens finden sich bei King [262]. Man vergleiche auch Carter [259] und die zahlreichen Arbeiten über Intensitätsänderungen an den Polen, als letzte unter ihnen Merrill [263]. Über die enhanced lines ist die Literatur schon in Band V zusammengestellt. Hier sind unter [115, 116] nur zwei Arbeiten erwähnt, die als schon an anderer Stelle veröffentlicht in V genannt sind. Man vergl. auch die Untersuchungen von King über verstärkte Linien im elektrischen Ofen [154, 156, 232, 258], von denen weiterhin die Rede ist. Die Frage der verstärkten Linien und damit des Funkenspektrums ist bekanntlich im Zusammenhang mit Ionisationsfragen zu behandeln. Das Material für Eisen ist vorläufig noch dürftig.

Den Zeemaneffekt hat van Bilderbeek van Meurs [125] für den kurzwelligen Teil unter λ 4500 untersucht, während Graafdijsk [134] die größeren Wellenlängen bearbeitete. Sehr zahlreiche Linien hat King [140] untersucht. Auch im elektrischen Widerstandsofen beobachtet King [236] natürlich mit sehr kleinen Feldern. In der Größe und Art der Aufspaltung zeigt sich kein Unterschied gegen den Funken. Der Ofen bildet eine Ergänzung zum Funken, insofern in letzterem die Linien niedriger Temperatur, die „Flammenlinien“, schlecht erscheinen. So kann King den Effekt für etwa 20 Linien ermitteln, für welche er bisher nicht bekannt war. Mit dem Zeemaneffekt hat sich auch Becker [202] beschäftigt. Er meint, zweifellos mit Unrecht, daß in allen Fällen komplexen Effektes die Linie selbst komplex sei und sucht das an Fe und Ti zu bestätigen, scheint ausgedehnte Untersuchungen gemacht zu haben, gibt aber keinerlei Detail. Endlich gibt auch Lüttig [146] Zerlegungen für eine Reihe von Eisenlinien zwischen 5815 und 4280. Er benutzt Funken zwischen Elektroden aus einer unmagnetisierbaren Legierung von Ni und Fe.

King hat seine bereits in Band V erwähnten Untersuchungen mit dem elektrischen Ofen in mannigfacher Weise erweitert und auf Eisendampf ausgedehnt. Neben den astrophysikalischen Anwendungen, auf die hier nicht eingegangen werden kann, ergibt sich eine genauere Kenntnis der Umkehrungs- und Verbreiterungserscheinungen und eine Einteilung der Eisenlinien in Temperaturklassen, die anscheinend in engem Zusammenhang stehen mit den Ionisationsstufen Sahas u. Russels. Die Arbeiten Kings seien der Reihe nach angeführt. Zunächst [118] zeigt er, daß in einer Wasserstoffatmosphäre eine große Zahl von Eisenlinien auftreten, die fast alle stärkeren Linien umfassen und von King in zwei Klassen, I und II, als Linien niedriger Temperatur zusammengefaßt werden.

King vergleicht dann seine Resultate mit denen, die Wetteville [73] in Flammen erhalten hat. King [132] erzeugt weiterhin im Ofen Druck bis zu

1) A. Hagenbach, Arch. sc. phys. et nat. (5) 1 p. 48–54 (1919).

9 Atm. durch eingepresste Kohlensäure. Alle Linien verschieben sich nach Rot und werden verbreitert, aber in sehr verschiedenem Maße. Wie schon andere gefunden, kann man die Linien in Gruppen teilen, deren Verschiebung sich wie 1 : 2 : 4 verhält. Aber die Verschiebung ergibt sich im Ofen doppelt so groß, wie sie im offenen Bogen gefunden ist. Die Größe der Verschiebung scheint nicht mit der Wellenlänge zusammenzuhängen; freilich erstreckt sich die Untersuchung nur auf das Gebiet von λ 405 bis 445. In einer zweiten Abhandlung [139] wird der Druck bis 24 Atm. gesteigert und auch längere Wellen bis λ 545 werden gemessen. Die Resultate bleiben ziemlich unverändert: die Verschiebung wächst proportional dem Druck; sie scheint ziemlich unabhängig von der Wellenlänge, ist ungefähr doppelt so groß, wie im Bogen. Anwesenheit anderer Dämpfe (Ca, Na), Länge des Rohres, Temperatur üben keinen Einfluß. Es ist keine Beziehung zwischen Druckverschiebung und Zeemanaufspaltung vorhanden.

Dann führt King eine Senierung in seinem Ofen ein: das Kohlerohr wird an einer Stelle ringförmig dünner gefeilt. Unter dem Einfluß starker Ströme brennt es dann hier plötzlich durch, und es bildet sich ein ringförmiger Bogen zwischen den beiden Hälften des Rohres. Dies nennt King Röhrenbogen (tube-arc). Es zeigt sich, daß ein solcher stark unsymmetrisch verbreiterte Linien gibt, wie die Funkenspektren, und die Verbreiterungen werden nun [158, 186] näher untersucht. Er findet, daß Unsymmetrie und Verbreiterung im allgemeinen gering sind bei den Linien seiner Klassen I und II, sehr stark bei denen von III und IV. Erstere Linien gehören gleichzeitig zu denen mit geringer Druckverschiebung (Gruppe a und b von Gale und Adams), letztere zu den Gruppen c, d, e. Die Gruppe c zeigt Druckverschiebung nach Violett und unsymmetrische Verbreiterung nach Violett. Trotz dieser Analogie soll keine Beziehung zwischen unsymmetrischer Verbreiterung und Druck vorhanden sein; denn die Unsymmetrie nehme nicht zu mit der Wellenlänge, wie die Druckverschiebung, und wenn man den Röhrenbogen unter abnehmenden Druck bringe, werde die Unsymmetrie immer größer. Mit wachsender Dampfdichte nehme die Unsymmetrie zu; trotzdem könne sie nicht durch die im Moment des Durchbrennens gesteigerte Dampfdichte hervorgerufen werden, da im gewöhnlichen elektrischen Ofen auch bei größter Dichte keine Unsymmetrie eintrete. King [154, 186] meint schließlich, die Unsymmetrie beruhe auf „density of high-speed electrons“. — In dieser Arbeit werden vielfach Kurven für die Linien gegeben, die mit dem Kochschen registrierenden Photometer aufgenommen sind. Solche Kurven von Eisenslinien finden sich auch schon in einer früheren Arbeit [177]. Endlich untersucht King [207] die anomale Dispersion, die im Ofen durch Eisenslinien hervorgerufen wird. Daß es sich bei der Emission im Ofen um einen reinen Temperatureffekt handelt und daß der kleine Potentialgradient im Kohlerohr keine Rolle spielt, zeigt King in [232].

Es war schon von den Klassen die Rede, in welche King die Eisensbogenlinien geteilt hat. Auf diese sei nun näher eingegangen. King [157] heizt zunächst seinen Ofen mit verschiedenen starken Strömen, so daß er

Temperaturen von etwa 1850°, 2200° und 2600° erreicht. Dabei zeigt sich, daß das photographisch beobachtete Spektrum sich allmählich entwickelt: die Linien steigern ihre Intensität oder treten neu auf. Die schon bei der tiefsten Temperatur kräftig vorhandenen Linien rechnet er zur Klasse I; er unterscheidet hier noch IA, wenn die Linien bei höherer Temperatur nur noch wenig stärker oder gar schwächer werden und IB, wenn sie noch ziemlich stark wachsen. Die Klasse II bilden Linien, welche von der tiefsten Temperatur an sehr erheblich wachsen: in Klasse III sind Linien, die bei der tiefsten Temperatur ganz schwach sind, bei der höchsten kräftig werden. Endlich umfassen die Klassen IV und V Linien, die bei der tiefsten Temperatur noch ganz fehlen, bei der höchsten schon ziemlich kräftig oder noch ganz schwach sind. In der vorn abgedruckten Haupttabelle sind hinter den Linien die Klassen bezeichnet, zu welchen sie nach King gehören.

Diese Einordnung ist in neuerer Zeit von King [262] teilweise modifiziert und nach dem violetten Ende des Spektrums hin erweitert worden. Die Klassen I und II sind in Emission bereits wohlentwickelt bei 1600°, die Klasse III bei 2000° und die Klasse IV bei 2300°. Etwa 80 Linien verschiedener Klassen sind relativ schwach im Bogen. Sie sind mit IA, IIA usw. bezeichnet. Da die Ausdehnung des Emissionsspektrums sich nur soweit ins Ultraviolett erstreckt, wie die Emission eines schwarzen Körpers reicht, so hört die Möglichkeit einer Klassifizierung von Eisenlinien praktisch bei λ 3884 auf. King hilft sich hier, indem er die Absorption heranzieht und davon Gebrauch macht, daß die relativen Intensitäten der Linien in Absorption die gleichen sind wie in Emission. So gelingt es, etwa 900 weitere Linien zwischen 2298 und 3878 zu klassifizieren. Die Angaben der Haupttabelle folgen dieser letzten Arbeit von King. Dieser gibt außerdem noch eine Liste der Restlinien des Eisens im Bereiche λ 3745 bis λ 4482. Man vgl. hierzu auch [257] und [258], in denen King Umkehrungs- und Absorptionsversuche mit Eisendampf beschreibt, bei denen explodierende Drähte als kontinuierliche Lichtquelle dienen, ferner die Versuche von Anderson [267], der die Energieverteilung im Emissionsspektrum explodierender Drähte von Eisen untersucht und nachweist, daß eine 4 cm dicke Schicht von Eisendampf, die sich aus zerstäubtem Draht entwickelt, für Linien des Zinkspektrums völlig undurchsichtig ist. Anderson [237] untersucht auch die Zusammensetzung des Spektrums, das auftritt, wenn man eine Funkenstrecke und ein einige Zentimeter langes Stück dünnen Eisendraht (einige Hundertel Millimeter) in Reihe schaltet und eine starke Kondensator-entladung hindurchgehen läßt. Neben einem intensiven kontinuierlichen Spektrum, von dem schon die Rede war, und das auch von Gerlach wieder untersucht worden ist, treten die meisten stärkeren Eisenlinien bis weit ins Ultraviolett in Absorption auf. In [237] gibt Anderson eine Photographie dieses Spektrums.

In der Tabelle ist weiter vor den Wellenlängen die Gruppe und Klasse nach Gale und Adams [141] angegeben. Die Bedeutung ist schon früher besprochen; aber es ist auf die Untersuchung noch einzugehen. Die Messungen

sind bei einem Druck von 9 Atmosphären gemacht. Außer einer Unterscheidung in die vier Gruppen a, b, c, d, deren Verschiebungsgrößen sich etwa wie 1:15:34:66 verhielten, findet sich, daß innerhalb jeder Gruppe die Verschiebung von der Wellenlänge abhängt und zwar sich proportional der dritten Potenz derselben ändert. Dies Resultat, welches dem früher von King gefundenen widerstreitet, ist aus einem viel größeren Bereich gewonnen, da die Messungen sich von λ 6078 bis λ 3000 erstrecken; es stimmt auch dem Sinne nach mit älteren Angaben von Humphreys, Duffield, Rossi überein. Noch in einem anderen Punkt besteht ein Widerspruch gegen King: Gale und Adams meinen, daß in der Tat ein Zusammenhang zwischen der Größe der Druckverschiebung und der Zeemanaufspaltung vorhanden sei. Es ist schon früher bemerkt, daß St. John und Ware noch eine fünfte Gruppe e hinzufügen, deren Linien sich stark nach Violett verschieben, und daß Gale und Adams [161] das bestätigen.

Der Einfluß des elektrischen Feldes ist nur von Takamine [224] untersucht für Linien im Grün. Er ist sehr klein und beträgt nur Zehntel oder gar Hundertel einer A. E. für 30000 Volt/cm. Es sind elf Linien gemessen, von

welchen neun nach Violett verschoben werden, nur zwei nach Rot. Die ersteren gehören sämtlich zur Gruppe c. Natürlich schließt der Verf., wie schon vor ihm Stark und seine Schüler auf einen Zusammenhang zwischen Druckverschiebung, Poloeffekt und elektrischem Effekt. Wenn er aber auch quantitative Beziehungen finden will, so muß man sagen, daß die wenigen und wenig genauen Zahlen dazu nicht ausreichen, abgesehen davon, daß Takamine selbst drei von den elf Linien als gar nicht passend bezeichnet.

Über die Restlinien liegen Angaben von Hartley und Moss [151] vor; mit drei Funken, deren jeder 0,000105 mg der negativen Elektrode verbrauchte, konnten sie noch drei Liniengruppen photographieren: (2753, 2749, 2747, 2746, 2743, 2739), (2628, 2625), (2599, 2598). Gramont [143] untersucht Logierungen. Mit Glassepektrograph könne man bei Gehalt von einem Zehntausendstel noch die Linien 4383, 4046, 3820, 3816, 3737, 3735, 3570, 3565 erhalten. Mit Quarzspektrograph seien 2395, 2382, die empfindlichsten, welche wohl ein Millionstel erkennen lassen. — In [234] bezeichnet de Gramont als Restlinien für okulare Beobachtungen 4404 u. 4383, für photographische Untersuchung 4045, 3820, 3737, 3734, 3570, 3565, für das Ultraviolett 2755, 2749, 2739, 2395, 2382. Pollok u. Leonard [117] geben Restlinien für den Funken, Pollok [147] für Salze, die in einer Quarzröhre verdampft werden. Hartley [188] findet in Funken in staubiger Atmosphäre das Paar 3735 als Restlinie.

Hemmelich [121] mißt die Leuchtdauer im Eisensfunken; er läßt dabei nur eine Schwingung zustande kommen, hält den Funken auf die Seite und projiziert sein Bild auf den Spalt. Aus der Länge der Linie kann man dann die Leuchtdauer ermitteln. Sie ist für verschiedene Linien verschieden, liegt zwischen 40 und 210 Mikrosekunden, wächst mit der Kapazität. Im allgemeinen scheint sie proportional der Intensität der Linien zu sein, doch sind

Ausnahmen vorhanden. Hemsalech [153] bestimmt in ähnlicher Art die Geschwindigkeit, mit welcher die leuchtenden Teilchen von der Elektrode ausgesandt werden und findet für Eisen $27.2 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$. — Endlich untersucht Hemsalech [126] den Einfluß des Magnetfelds auf diese Erscheinung: die Linien werden dicht an den Polen heller, sonst schwächer, die Leuchtdauer nimmt ab.

Mehrere der im Literaturverzeichnis genannten Arbeiten beschäftigen sich mit dem Flammenspektrum; es kann nur ganz kurz auf diese Abhandlungen eingegangen werden. Eder u. Valenta [137] geben in ihrem Atlas sehr gute Aufnahmen des Flammen- und Funkenspektrums von Eisenchlorid, sowie des Bogen- und Funkenspektrums des Eisens. Lockyer [136, 204] vergleicht die Eisenspektren, die in Flammen und Bogen vorkommen, mit dem Eisenspektrum in verschiedenen Himmelskörpern. Er gibt eine Tabelle der in Knallgasflamme photographierten Linien, teilt sie in drei Klassen, je nachdem sie in der Flamme stärker (A), schwächer (B), oder ebenso stark (C) sind, wie im Bogen. Er vergleicht dann mit der Einteilung von King; natürlich entspricht seine Klasse A der I von King usw. Mehrere Abhandlungen von Hemsalech [120, 205, 209, 210, 214] verfolgen einen andern Zweck: er ist der Ansicht, daß von den Linien des ganzen Eisenspektrums ein Teil durch Temperatursteigerung allein hervorgerufen werde, ein anderer durch chemische Wirkungen bei hoher Temperatur, ein dritter durch elektrische Wirkungen (im Bogen und elektrischen Ofen). Auf diese Fragen kann hier nicht eingegangen werden, weil sie zu viel Detail erfordern. Aber erwähnt sei, daß auch Hemsalech [209] Listen von Linien gibt und sie in Klassen ordnet. Zur Klasse I rechnet er Linien, die im Flammenmantel erscheinen, intensiver werden in heißeren Flammen. Diese betrachtet er als durch Temperatur hervorgerufen; es sind natürlich im wesentlichen wieder die Linien der Klasse I von King. Die Klassen II und III sollen durch chemische Wirkung bedingt sein. — Dann konstruiert Hemsalech [214, 215] verschiedene Arten elektrischer Öfen. Er meint, in ihnen werde bei Temperaturen unter 2400° die Strahlung hervorgerufen durch Wärmewirkung, aber nicht auf den Metaldampf, sondern auf Verbindungen, die Erregung sei „thermo-chemical“. Über 2500° trete ein neues Spektrum auf, das aber seinen Ursprung elektrischer Wirkung verdanke; da jetzt der Dampf ionisiert und leitend sei; es soll also eine Art Glimmentladung im Rohr vorhanden sein. — Auf alle diese Dinge, die auch mehr durch Erscheinungen an anderen Elementen in weiteren Abhandlungen gestützt werden sollen, kann hier nicht eingegangen werden, ebenso wenig auf die Äußerungen Kings dagegen [220, 232]. Auch Meunier [239] macht Angaben über das Verhalten von Eisenlinien in Flammen.

Noch ein Punkt sei aus diesen Arbeiten erwähnt. Nachdem Hemsalech [209] seine Klassen herausgesucht und damit eine beschränkte Zahl von Linien gewonnen hat, will er versuchen, ob man nicht innerhalb der Linien einer Klasse Gesetzmäßigkeiten finden kann. Er bemerkt in der Tat mehrere Gruppen von Linien, die so liegen, als könnten sie Stücke von Serien bilden. Hemsalech

gibt eine ganze Anzahl solcher Gruppen aus den drei Klassen, aus je drei bis sechs Linien bestehend. In einer späteren Abhandlung [214] wird noch eine Gruppe hinzugefügt, andere werden korrigiert. Ich glaube nicht, daß man auf diesem Wege viel erreichen wird und begnüge mich, drei Gruppen nach [214] wiederzugeben.

4375.93	6012.07	6280.68
4427.31	6167.49	6328.06
4461.65	6270.35	6371.50
4482.27	6328.64	6407.12
4489.74	6341.03	6405.78

Auch Hagenbach [222, 274] glaubt Serien zu finden und zwar sehr viel vollständigere, sie zeigen die Eigentümlichkeit, daß je zwei gekoppelt sind, so daß die eine nach kurzen, die andere nach langen Wellen läuft. Die Serien sind folgende, wobei die Nummern von der Symmetriestelle aus gezählt sind:

1	6008.703	6171.001	6008.784	6108.717	6008.31	6007.43	6077.03	6085.99
2	6008.134	6270.357	6004.134	6281.804	47.84	3719.98	65.45	8709.84
	6008.729	60.638	60.828	6341.031				
3	6067.612	6328.639	613325	63.986	31.46	37.13	38.39	27.09
	67.311	28.044	6878.220	6415.189				
4	60.621	6371.499	63.055	31.627	18.77	49.17	28.20	48.87
	19.080	60.190	65.088	46.048				
5	6001.610	6406.780		60.48	08.85	58.23	12.08	68.62
	60.770	04.131		64.286				
6	72.169	6420.701			05.47	63.90	06.68	60.52
	71.309							
7		45.048			02.46	67.19	03.20	65.54
8		66.017						
9		61.27						

Man wird die näheren Angaben abwarten müssen.

Auf einen dritten Versuch, Gesetzmäßigkeiten zu finden, sei nur kurz hingewiesen. Gehrcke [252] sucht auf Grund von Glaserschen Aufnahmen gewisse Gruppen von Eisenslinien heraus, die, ähnlich wie bei Hagenbach, gegen eine mittlere Wellenlänge symmetrisch liegen sollen, übrigens in der Skala der Wellenlängen gemessen werden, statt wie sonst die Regel, in Schwingungszahlen. Indes ist die Genauigkeit der Übereinstimmung so gering, daß die Existenz dieser Gruppen bezweifelt werden muß.

Ferner sei Paulson [181] genannt, der wie bei fast allen Elementen, so auch bei dem linienreichen Eisen sehr zahlreiche Paare mit gleicher Schwingungsdifferenz gefunden hat. Diese Paare sollen wieder untereinander verknüpft sein. Wir geben diese Paare nicht an; solange nicht gezeigt wird, daß die Paare wirklich miteinander verknüpft sind, z. B. durch die Gesetze des Zeemaneffektes, Druckverschiebung, oder Zugehörigkeit zu gleichen Temperaturklassen, oder auf andere Weise, will ihre Auflistung in einem so linienreichen Spektrum sehr wenig besagen.

Endlich aber ist es Walters [275] gelungen, einen Zipfel des Schleiers zu lüften, und wir freuen uns, daß es noch möglich wird, während des Druckes seine Resultate einzuschalten. Er findet 20 Gruppen, Multiplets, wie sie neuerdings bei mehreren Elementen, z. B. Mn, Va, entdeckt wurden, welche gesetzmäßig

gebaut sind und bei der im allgemeinen sehr großen Genauigkeit der Messungen auch sehr genau übereinstimmende Schwingungsdifferenzen aufweisen.

Die Linien gehören — wie bei den anderen Elementen — namentlich zu den sich leicht selbst umkehrenden. Die Linien jeder Gruppe gehören im Großen zu der gleichen Klasse von King, und haben auch — soweit die Kenntnis reicht — im allgemeinen gleichen Zeemaneffekt. Genauere Untersuchungen werden das weiter aufklären müssen.

Als Beispiel sei das mit 2 bezeichnete Multiplet angeführt:

		D		D		D		D
λ	3020.648		2983.571					
"	3005.93	411.20	33607.18					
D	415.98		415.98					
λ	3059.000		3021.078		2994.484			
"	32070.08	411.19	33001.17	294.87	33385.54	145.44	33531.00	
D			288.07		288.01		288.01	
λ			3047.608		3020.405		3007.244	3000.951
"			32808.10	294.48	33037.53	145.44	33242.94	70.14 33313.08
D					184.10		184.16	184.12
λ					3037.332		3024.086	3017.680
"					32913.43	145.35	33058.78	70.18 33128.96
D								80.96
λ								3025.846
"								33039.01

Für die übrigen Multiplets genüge die Angabe der Wellenlängen:

1. 3824.444	5893.185	3401.593	9. 3687.458	3878.094	5429.701
58.878	4. 3057.451	17.265	3709.250	37.058	34.527
59.918	67.250	26.994	27.622	98.013	46.922
78.578	75.725	42.676	34.889	3917.185	55.617
86.987	82.745	43.986	43.356	40.885	97.521
95.659	91.681	78.497	49.487	11. 4989.689	5001.471
99.711	99.898	7. 3468.501	54.234	94.138	08.785
3908.484	99.988	89.012	61.792	5812.078	13. 2601.14
20.281	3100.805	3513.822	67.194	41.079	10.843
22.917	00.608	21.254	87.880	51.648	18.11
27.925	16.832	26.187	95.004	79.742	22.84
30.304	25.883	58.522	94.512	83.344	27.44
	34.109	65.383	99.548	5107.454	29.143
3. 5908.610		70.102	3687.136	23.727	29.83
15.195	5. 3355.517			27.864	35.613
17.405	58.332	3. 3540.715	10. 3812.966	42.934	40.97
29.84	59.496	54.121	20.430	50.845	45.967
53.479	98.386	85.322	25.886	51.916	49.616
68.321	3404.301	85.708	34.227		
78.178	10.205	86.989	40.443	12. 5269.588	14. 2719.087
88.684	28.893	3808.330	50.320	5328.044	20.910
5802.315	52.279	18.789	65.596	71.496	23.582
24.196	6. 3396.982	31.434	72.506	97.185	27.312
39.949	97.642	47.345	76.044	5405.780	42.408

2760.146	57.870	3719.098	7580.772	4202.032	4182.064
44.072	65.258	22.565	7602.005	50.701	48.874
56.332	70.107	33.819	15.603	71.764	20. 4220.752
72.112	73.137	37.135	24.603	4307.910	91.472
15. 2912.101	73.236	45.563	58.542	25.770	94.132
29.006	16. 3040.308	45.000	58.836	19. 3060.263	4337.052
30.003	70.015	48.204	5700.305	4005.250	67.910
41.343	83.058	17. 5500.031	12.150	45.822	83.548
47.876	3705.667	72.857	84.00	63.004	4404.752
53.043	07.828	76.106	18. 4447.675	71.748	15.127

In bezug auf das Linienspektrum des Eisens ist noch zu erwähnen, daß King und Carter (203) es erzeugen, indem sie Eisen im Vakuum konzentrierten Kathodenstrahlen aussetzen.

In (226) geben King und Carter eine Liste von Eisenlinien aus dem Bereiche 2472 bis 4528, die an einer Antikathode aus Eisen auftreten. Die ultravioletten Linien sind verhältnismäßig intensiv, am stärksten die Linien 3886, 3859, 3825, 3820, 3749, 3745, 3737, 3734, 3719, 3440, 3057, 3020, 2999, während andere sonst intensive Linien relativ schwach sind.

Robinson (192) bemerkt, daß in einem Geißlerrohr mit Eisenelektroden an der Kathode zahlreiche Eisenlinien sichtbar sind, namentlich wenn das Rohr mit Sauerstoff gefüllt ist.

Neuerdings untersucht Carter (240, 250) ähnlich wie Millikan den Funken zwischen Eisenelektroden im Vakuum und photographiert zwischen 4000 und 6000. Das Spektrum zeigt keine auffälligen Besonderheiten.

Im Gebiet der Röntgenstrahlen liegen neben den direkten bereits erwähnten Messungen Versuche von Kurth (243, 244) sowie Mohler und Foote (268) vor, auf indirektem Wege lange Wellen zu messen. Foote u. Mohler ordnen einige von Kurth gemessene Ionisationsspannungen den Serien M_1 u. M_2 zu. Endlich sei eine Arbeit von Wilham (183) erwähnt, der untersucht, ob die Messung einiger Eisenlinien durch nahe gelegene Cu-Linien beeinflusst wird, allein keinen Einfluß findet, und eine neuerliche Untersuchung von Bloch (260) über den Funken zwischen Eisenelektroden unter Wasser.

Bandenspektrum.

Während die Existenz dieses Bandenspektrums längst bekannt war, fehlte es doch völlig an einer Messung und an einer Aufklärung über den Ursprung. Donck (124) findet, daß der Bogen im Stickstoff keine Spur der Banden zeigt, während sie im Sauerstoff sehr stark werden — und eine gute reproduzierte Photographie beweist das eindeutig. Die Banden gehören also zum Eisenoxyd. Mit der Ausmessung der Banden kommt aber Donck auch nicht sehr weit, und ein Blick auf die Photographie zeigt, daß sie wirre Haufen von Linien bilden, aus welchen Kanten kaum hervortreten. Nach Donck sind namentlich zwei Banden vorhanden: die erste beginnt mit Kante 5789.74 und reicht bis zum Beginn der zweiten bei 6180.66. Diese scheint bis etwa 635 zu reichen. Aber schon vor der ersten

Bande sind Bandenlinien zu sehen — nach Hartley beginnen die Banden bei λ 320. — Donck mißt in dem ganzen Gebiet, so weit er kann, die einzelnen Linien oder Linienkomplexe, bezeichnet einige als Kanten, z. B. 5913.60, 6005.36, 6006.57, 6223.77 (dieses Band soll nach kurzen Wellen verlaufen), 6233.86, 6240.35, 6245.53. Es ist wohl alles sehr unsicher, außer vielleicht den beiden Hauptkanten, deren erste auch Dufour als Bandenkante angibt (Bd. V, p. 459).

Hortenstein [142] sieht die Banden in der Bogenflamme, beschreibt sie als „eine diffuse Bande zwischen den Wellenlängen 5500 und 6000 mit zwei Intensitätsmaxima bei 5915 und 6230.“

Eder u. Valenta [137] reproduzieren ein sehr gut ausgebildetes Flammenspektrum von Fe_2Cl_6 mit nach Rot abgeschattigten Kanten; bei 4400 findet sich eine anscheinend anders gebaute Bande, die möglicherweise Beziehung zum Metall hat.

Nachtrag zur Literatur.

Luft:

[60] J. J. Hopfield and L. W. Leifson, Wave-length standards in the extreme ultra-violet. *Astrophys. J.* 53 p. 59—84 (1923).

Nordlicht:

[107] Lord Rayleigh, Occurrence of the auroral line in the spectrum of the night sky. *Nat.* 107 p. 187 (1921), *ib.* 108 p. 208 (1921).

[108] L. Vegard, The determination of wave-length of the green line of the auroral spectrum. *Geof. Publ.* 2 p. 1—11 (1921).

[109] L. Vegard, Bemerkninger angaaende den grønne linje i nordlysaspektret. *Fysik. Tidskr.* 20 p. 128—129 (1922).

[110] Lord Rayleigh, A photographic spectrum of the aurora of May 13—15 (1921), and laboratory studies in connection with it. *Proc. Roy. Soc. A.* 101 p. 114—124 (1922).

[111] Lord Rayleigh, A study of the presence or absence of the nitrogen bands in the auroral spectrum. *Proc. Roy. Soc. A.* 101 p. 315—321 (1922).

[112] L. Vegard, The auroral spectrum and the upper limit of the atmosphere. *Phil. Mag.* (6) 46 p. 193—211 (1923).

[113] L. Vegard, Sur le spectre de l'aurora boréale et les couches supérieures de l'atmosphère. *C. R.* 176 p. 947—950 (1923).

[114] Lord Rayleigh, Further observations on the spectrum of the night sky. *Proc. Roy. Soc. A.* 103 p. 45—53 (1923).

[115] H. Babcock, A study of the green auroral line by interference method. *Astrophys. J.* 57 p. 209—221 (1923). ($\lambda = 5577.354$).

Argon:

[87a] E. Hütcher, Der Effekt des elektrischen Feldes im Spektrum des Argons und Sauerstoffes. *Dissert. Greifswald* 1919.

[98] W. F. Muggers, Interference measurements of the spectra of argon, krypton and neon. *Bull. Bur. Stand.* 17 p. 193—202 (1921). *Sc. Pap.* 414.

[101] W. F. Muggers, Standard wave-lengths and constant frequency differences in spectra of inert gases. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 160—161 (1921).

[102] E. Schramm, Die Anregung der Lichtemission durch den Stoß schneller Elektronen. *Dissert. Greifswald* 1921.

[103] R. Seeliger, Über die Lichtemission der Glühmentladung. *Ann. d. Phys.* (4) 67 p. 352—358 (1922). — *Zs. f. Phys.* 5 p. 182—187 (1921). — *ib.* 7 p. 98—99 (1921).

[104] J. Steubing, Die Spektren von Argon, Jod und Stickstoff im elektrischen Felde. *Phys. Zs.* 23 p. 427—432 (1922).

[105] P. Zeeman and H. W. J. Dik, A connection between the spectra of ionized potassium and argon. *Proc. Amsterd.* 25 p. 87—90 (1922).

[106] F. Horton and A. C. Davies, A spectroscopic investigation of the ionization of argon by electron collisions. *Proc. Roy. Soc. A.* 102 p. 131—151 (1922).

[107] P. Zeeman and H. W. J. Dik, Weitere Beobachtungen über eine Beziehung zwischen den Spektren des ionisierten Kaliums und des Argons. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 199—206 (1923).

[108] W. M. Hicks, Notes on the radiation and ionization potentials of rare gases and on the singlet and enhanced series of argon. *Phil. Mag.* (6) 45 p. 480-490 (1923).

Silber:

[127] J. C. McLennan, J. F. Young and H. C. Irtou, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. *Proc. Roy. Soc. A.* 98 p. 95-100 (1920).

[128] F. M. Walters, Wave-length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. *Bull. Bur. Stand.* 17 p. 102-177 (1921). *Sci. Pap.* 411.

[129] O. B. Overn, An absolute scale of X-ray wave-lengths. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 339-349 (1921).

[130] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. *C. R.* 174 p. 1456-1457 (1922).

[131] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'ultraviolet extrême. *J. de phys. et le Radium* (6) 2 p. 229-237 (1921).

[132] A. Campetti et H. Corai, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. *N. Cim.* (6) 24 p. 117-127 (1922).

[133] D. Conter, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. *Phil. Mag.* (6) 43 p. 1070-1107 (1922). - *Ib.* (6) 44 p. 546-573 (1922).

[134] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025-1030 (1922).

[135] T. Royds, The effect on wave-length in arc spectra of introducing various substances into the arc. *Kodak. Bull.* 73 p. 53-61 (1923).

Aluminium:

[132a] T. Royds, The different character of spectrum lines belonging to the same series. *Kodak. Bull.* 43 p. 109-112 (1914).

[133a] A. de Gramont, Spectres d'arc direct des métaux très fusibles. *C. R.* 170 p. 31-33 (1920).

[156] J. C. McLennan, J. F. Young and H. J. C. Irtou, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. *Proc. Roy. Soc. A.* 98 p. 95-100 (1920).

[157] C. Ramsauer und F. Wolf, Leuchtdauer der Spektrallinien im erlöschenden Bogen. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 373-396 (1921).

[158] R. Seeliger und D. Thier, Die Bogen- und Funkenspektren der Alkalien. Erdkalken und Erden. *Ann. d. Phys.* (4) 65 p. 423-445 (1921).

[159] A. Hürle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. *Jahrb. Radioact.* 18 p. 297-323 (1921).

[160] E. H. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultraviolet. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 461-476 (1921).

[161] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 524-529 (1921).

[162] A. de Gramont et G. A. Hemsalech, Sur les conditions d'émission des raies d'étincelle. *C. R.* 173 p. 278-284 (1921).

[163] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025-1030 (1922).

[164] C. L. Glaser, Über das Spektrum des Berylliums und eine bemerkenswerte Beziehung desselben zu dem Aluminium. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 73-84 (1922).

[165] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'eau. *J. de phys. et le Radium* (6) 3 p. 809-825 (1922). - *C. R.* 174 p. 1456-1457 (1922).

[166] G. D. Shallenberger, Two new lines in the aluminium spectrum and their possible series relations. *Phys. Rev.* (2) 19 p. 398-399 (1922).

[167] F. Fues, Die Verwandtschaft des Bogenspektrums von Natrium mit dem ersten Funkenspektrum von Magnesium und dem zweiten Funkenspektrum von Aluminium. *Zs. f. Phys.* 18 p. 211-221 (1923).

[168] St. Procopiu, Sur l'aspect des raies de flamme, d'arc et d'étincelle dans le spectre d'arc des métaux, dans le vide. *C. R.* 176 p. 504-507 (1923).

[169] F. Paschen, Über die Schwingungsdifferenzen der Linien der Dubletts. *Naturw.* 11 p. 434-435 (1923).

- [170] F. Paschen, Das Funkenspektrum des Aluminium. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 142—161 (1923). — *Ib.* (4) 71 p. 537—561 (1923).
 [171] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of the alkaline earth metals. *Astrophys. J.* 57 p. 98—103 (1923).
 [172] J. Carrol, Note on the series spectra of the aluminium sub-group. *Proc. Roy. Soc. A* 103 p. 334 (1923).

Arsen:

- [53] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *J. de phys. et le Radium* 6 2 p. 229—257 (1921).
 [54] A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen. *C. R.* 173 p. 1458—1461 (1921).

Gold:

- [83] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *J. de phys. et le Radium* (6) 2 p. 229—257 (1921).
 [84] D. Coster, Le principe de combinaison et la loi de Stokes dans les séries des rayons X. *C. R.* 173 p. 1176—1178 (1921). *Phys. Rev.* (2) 19 p. 20—23 (1922).
 [85] A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure électronique des atomes lourds et de leurs lignes spectrales. *C. R.* 173 p. 647—649 (1921).
 [86] A. Dauvillier, Contribution à l'étude de la structure des éléments de nombre atomique moyen. *C. R.* 173 p. 1458—1461 (1921).
 [87] W. Duane and R. A. Patterson, Note on X-ray spectra. *Proc. Nat. Acad. S.* p. 86—90 (1922). *Phys. Rev.* 19 p. 642—643 (1922).
 [88] F. M. Walters, Wave-length measurements in arc spectra photographed in the yellow, red and infra-red. *Bull. Bur. Stand.* 17 p. 162—177 (1921). No. Pap. 411.
 [89] A. Dauvillier, Nouvelles recherches sur les spectres des rayons Röntgen. *J. de phys. et le Rad.* 3 p. 6—36 (1922).
 [90] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025—1030 (1922).
 [91] E. Hjalmar, Recherches sur la série des rayons X. *C. R.* 175 p. 878—880 (1922).
 [92] V. Thorsen, Serienanstellung des Gold-Bogenpektrums. *Naturw.* 11 p. 500—501 (1923).

Bor:

- [47] A. de Gramont, Sur la recherche spectrale du Bor. *Bull. Soc. Franç. de Minéral.* (1921).
 [48] A. I. Hughes, Characteristic X-rays from boron and carbon. *Phil. Mag.* (6) 43 p. 145—161 (1922). *Trans. Roy. Soc. Can.* (3) 15 p. 1—6 (1921).
 [49] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025—1030 (1922).
 [50] J. Holtmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung von Kohle und Bor. *Phys. Zs.* 23 p. 252—253 (1922).
 [51] J. Holtmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung der ersten Elemente. *Phys. Zs.* 24 p. 225—230 (1923).

Baryum:

- [157] R. Goetze, Liniengruppen und innere Quanten. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 285—292 (1921).
 [158] A. Hönle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. *Jahrb. Radioact.* 18 p. 297—326 (1921).
 [159] A. Dauvillier, Nouvelles recherches sur les spectres de rayons Röntgen. *J. de phys. et le Rad.* 3 p. 6—36 (1922).
 [160] A. Dauvillier, Sur la mesure précise des niveaux d'énergie de l'atome de baryum et sur l'apparition du spectre L d'ionisation. *C. R.* 174 p. 1543—1546 (1922).

- [161] A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. *N. Cim.* (6) 24 p. 117—127 (1922).
 [162] D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. *Phil. Mag.* (4) 43 p. 1070—1107 (1922).
 [163] P. D. Foote and F. L. Mohler, The significance of the $\frac{1}{2}$ terms in spectral series formulae. *J. Opt. Soc.* 6 p. 54—58 (1922).
 [164] E. Back, Zur Kenntnis des Zeeman-Effektes. *Ann. d. Phys.* (4) 70 p. 333—372 (1923).
 [165] R. A. Sawyer and H. L. Becker, The explosion spectra of the alkaline earth metals. *Astroph. J.* 57 p. 98—113 (1923).
 [166] G. Wentzel, Bemerkungen über Serienspektren, an deren Emission mehr als ein Elektron beteiligt ist. *Phys. Zs.* 24 p. 104—109 (1923).

Beryllium:

- [85] S. Datta, The spectrum of beryllium fluoride. *Proc. Roy. Soc. A.* 101 p. 187 bis 194 (1922).
 [86] C. L. Glasser, Über das Spektrum des Berylliums und eine bemerkenswerte Beziehung desselben zu dem Aluminium. *Ann. d. Phys.* (4) 68 p. 73—88 (1922).
 [87] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025—1030 (1922).
 [88] E. Back, Zur Kenntnis des Zeemaneffektes. *Ann. d. Phys.* (4) 70 p. 333—372 (1923).
 [89] J. Holtmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung der ersten Elemente. *Phys. Zs.* 24 p. 225—230 (1923).

Wismut:

- [93a] A. de Gramont, Spectres d'arc direct des métaux très fusibles. *C. R.* 170 p. 31—34 (1920).
 [93b] J. C. McLennan, J. F. Young and H. J. C. Ireton, Arc spectra in vacuo and spark spectra in helium of various elements. *Proc. Roy. Soc. A.* 98 p. 95—109 (1920).
 [102] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *J. de phys. et le Rad.* (6) 2 p. 232—257 (1921).
 [103] D. Coster, Le principe de combinaison et la loi de Stokes dans les séries des rayons X. *C. R.* 172 p. 1176—1178 (1921). *Phys. Rev.* 119 p. 20—23 (1921).
 [104] A. de Gramont et G. A. Hemsalech, Sur les conditions d'émission des raies d'étincelle. *C. R.* 175 p. 278—284 (1921).
 [105] E. Hjalmar, Recherches sur les séries des rayons X. *C. R.* 175 p. 878—880 (1922).
 [106] H. Nagaoka and Y. Sugiyama, The structure of the bismuth lines. *Proc. Math. Phys. Soc. Japan* (8) 4 p. 13 (1922). *J. Jap. Phys.* 1 p. 18 (1922).
 [107] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'eau. *J. d. phys. et le Rad.* (6) 3 p. 309—325 (1922). — *C. R.* 174 p. 1456—1457 (1922).
 [108] V. Dolejšek, Über die N-Serie der Röntgenspektren. *Zs. f. Phys.* 10 p. 129 bis 136 (1922).
 [109] W. Duane and R. A. Patterson, Note on X-ray spectra. *Proc. Nat. Acad.* 8 p. 85—90 (1922). — *Phys. Rev.* 19 p. 542—543 (1922).

Brom:

- [89] M. Kimura, The spectrum of bromine. *Mem. Kyoto* 4 p. 127—149 (1920).
 [90] O. B. Overa, An absolute scale of X-ray wave lengths. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 350—355 (1921).
 [91] J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in a state of vapour. *Proc. Roy. Soc. A.* 99 p. 456—461 (1921).
 [92] E. C. Kemble, The infra-red absorption spectra of diatomic gases and their ionization potentials. *Phys. Rev.* (2) 14 p. 394—395 (1922).

- [93] A. L. Narayan and D. Ginnayya, Emission and absorption of halogens in the visible and ultra-violet regions. *Phil. Mag.* 6 45 p. 827-831 (1923).
- [94] Sh. Datta, The effect of a probable electric field on the bands of nitrogen. *Astroph. J.* 57 p. 114-120 (1923).
- [95] K. Vogt und J. Königsberger, Beobachtungen über Absorption in Joddampf und anderen Dämpfen. *Zs. f. Physik* 13 p. 292-311 (1923).
- [96] F. Haber, Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. *Berl. Ber.* 1922. *Naturw.* 11 p. 94 (1923).
- [97] F. Haber und W. Zeech, Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. *Zs. für Phys.* 9 p. 302-320 (1922).

Kohlenstoff:

- [277a] R. A. Millikan, The extension of the ultraviolet spectrum. *Astrophys. J.* 52 p. 47-64 (1920).
- [278] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'ultraviolet extrême. *J. de phys. et de Rad.* (6) 2 p. 260-267 (1921).
- [279] R. T. Birge, The effect of temperature on the 8448 CN band. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 319-321 (1921).
- [280] E. Gehecke und E. C. Glaser, Über die Feinstruktur der Bandenspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 66 p. 605-609 (1921).
- [281] E. Hultén, Sur les combinaisons dans les spectres de bandes. *C. R.* 178 p. 524-526 (1921). *Zs. für Phys.* 11 p. 294-298 (1922).
- [282] A. Kratzer, Die Termdarstellung der Cyanbanden. *Phys. Zs.* 22 p. 552-555 (1921).
- [283] E. H. Kurth, The extension of the X-ray spectrum to the ultraviolet. *Phys. Rev.* (2) 18 p. 461-476 (1921).
- [284] E. H. Kurth, Soft X-rays of characteristic type. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 528-529 (1921).
- [285] J. C. McLennan and P. A. Petrie, On the spectra of helium, hydrogen and carbon in the extreme ultraviolet. *Trans. Roy. Soc. Canada* (3) 15 p. 15-25 (1921).
- [286] F. L. Mohler and P. D. Fouts, Characteristic soft x-rays from arcs in gases and vapors. *Bull. Bur. Stand.* 17 p. 471-490 (1922). *No. l'ap.* 425. *J. opt. Soc.* 5 p. 328-334 (1921).
- [287] O. W. Richardson and C. H. Hazen, The excitation of soft characteristic X-rays. *Phil. Mag.* (6) 42 p. 1016-1019 (1921).
- [288] R. T. Birge, The quantum theory of band spectra... *Astroph. J.* 55 p. 273 bis 290 (1922).
- [289] A. Kratzer, Störungen und Kombinationsprinzip im System der violetten Cyanbanden. *Ber. Bay. Acad.* 1922 p. 107-118.
- [290] E. F. Barker, Carbon dioxide absorption in the near infra-red. *Astroph. J.* 55 p. 391-394 (1922). *Phys. Rev.* (2) 19 p. 242 (1922).
- [291] L. et E. Bloch, Sur les spectres d'étincelles dans l'eau. *C. R.* 174 p. 1455-1457 (1922).
- [292] M. Duffieux, Sur la masse des particules qui émettent le spectre de l'oxyde de carbone. *C. R.* 175 p. 160-161 (1922).
- [293] J. Holtemark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung von Kohle und Bor. *Phys. Zs.* 23 p. 252-255 (1922).
- [294] A. L. Hughes, Characteristic X-rays from boron and carbon. *Phil. Mag.* (6) 48 p. 145-161 (1922).
- [295] R. Fortrat, Sur la bande 8872 du spectre de Swan, sa modification par le champ magnétique. *Ann. d. phys.* (9) 19 p. 81-92 (1922).
- [297] A. Kratzer, Die Gesetzmäßigkeiten der Bandensysteme. *Ann. d. Phys.* (4) 67 p. 127-163 (1922).
- [298] J. C. McLennan, Note on vacuum grating spectroscopy. *Proc. Roy. Soc. A.* 66 p. 114-123 (1922).

- [299] J. Ōkubo, On the structure of the second cyanogen band. *Se. Rep. Tōhoku Univ.* 11 p. 55—88 (1922).
- [300] T. R. Merton and R. C. Johnson, On spectra associated with carbon. *Proc. Roy. Soc. A.* 103 p. 888—898 (1923).
- [301] E. Hulthén, Über das Bandenspektrum des Kohlenoxyds. *Ann. d. Phys.* [4] 71 p. 19—40 (1923).
- [302] E. Hulthén, Über die Kombinationsbeziehungen unter den Bandenspektren. *Lund* 1923.
- [303] F. Simeon, The carbon arc spectrum in the extreme ultraviolet. *Proc. Roy. Soc. A.* 104 p. 368—375 (1923).
- [304] J. Holtsmark, Über die charakteristische Röntgenstrahlung der ersten Elemente. *Phys. Zs.* 24 p. 226—230 (1923).
- [305] M. Schwan, Bau des Cyanospektrums. *Dissert. Bonn* 1923.
- [306] Lord Rayleigh, Spectrum of active nitrogen as affected by admixture of moist gases with a note on the origin of the cyanogen spectrum. *Proc. Roy. Soc. A.* 102 p. 458—460 (1923).
- [307] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of the alkaline earth metals. *Astroph. J.* 57 p. 98—113 (1923).

Calcium:

- [185a] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. *Kodak. Bull.* No. 40 p. 83—83 (1914).
- [204a] T. Royds, The cause of the so called pole-effect in the electric arc. *Kodak. Bull.* No. 54 p. 194—194 (1916).
- [217a] M. Ritter, Beobachtungen über den Effekt des elektrischen Feldes. Die Druckverschiebung und die Verbreiterung von Serienlinien. *Dissert. Greifswald* 1919.
- [239] E. Carter, Character of the spectra produced by high potential sparks in a vacuum. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 430 (1921).
- [240] H. G. Gale and A. F. Miller, Pressure shift in a calcium arc. *Phys. Rev.* (2) 17 p. 428—429 (1921).
- [241] A. de Gramont, Raies ultimes et series spectrales. *C. R.* 175 p. 1025—1030 (1922).
- [242] A. Hürle, Über Zentren und räumliche Verteilung der Lichtemission der Metalle, besonders im elektrischen Bogen. *Jahrb. Radioact.* 19 p. 297—326 (1921).
- [243] R. A. Sawyer and A. L. Becker, On the exploded wire spectrum of calcium. *Phys. Rev.* (3) 18 p. 164 (1921).
- [244] E. Seeliger und D. Thaer, Die Bogen- und Funkenspektren der Alkalien, Erdalkalien und Erden. *Ann. d. Phys.* (4) 65 p. 423—448 (1921).
- [245] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'eau. *J. de phys. et le Rad.* (6) 3 p. 809—825 (1922). — *C. R.* 174 p. 1456—1457 (1922).
- [246] A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. *N. Cim.* (6) 24 p. 117—127 (1922).
- [247] E. Carter, The vacuum spark spectra of the metals. *Astroph. J.* 55 p. 162—166 (1922).
- [248] V. Dolesek, Sur les lignes K_{α} des éléments légers. *C. R.* 174 p. 441—442 (1922).
- [249] P. D. Foote and E. L. Mohler, The significance of the $1/2$ terms in spectral series formulae. *J. opt. Soc.* 6 p. 54—56 (1922).
- [249a] M. Siegbahn und V. Dolesek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren II. *Zs. für Phys.* 10 p. 159—168 (1922).
- [250] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of the alkaline earth metals. *Astroph. J.* 57 p. 98—113 (1923).
- [251] G. Wentzel, Bemerkungen über Serienspektren, an deren Emission mehr als ein Elektron beteiligt ist. *Physik. Zs.* 24 p. 104—109 (1923).
- [252] T. Royds, The effect on wave-length in arc spectra of introducing various substances into the arc. *Kodak. Bull.* 78 p. 58—61 (1923).

233 J. B. Moore, Excitation stages in the open arc light spectra. *Astroph. J.* 58 p. 56—113 (1923).

Cadmium:

231a A. de Gramont, Spectres d'arc direct des métaux très fusibles. *C. R.* 170 p. 31—36 (1920).

235a W. F. Meggers and K. Burns, Notes on standard wave-lengths. *Bull. Bur. Stand.* 18 p. 185—190 (1922). *So. Pap.* 441.

229 L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'eau. *J. de phys. et le Rad.* (6) 3 p. 809—826 (1922). *C. R.* 174 p. 1456—1457 (1922).

(230) A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. *N. Cim.* (6) 24 p. 117—127 (1922).

(231) E. Carter, The vacuum spark spectra of the metals. *Astroph. J.* 35 p. 162—175 (1922).

232 R. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. *Phil. Mag.* (4) 43 p. 1070—1107 (1922). *Ib.* (6) 44 p. 646—673 (1922).

233 A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1026—1030 (1922).

234 G. A. Homenaich et A. de Gramont, Observations and experiments on the occurrence of spark lines enhanced lines in the arc. Part. II. *Phil. Mag.* (6) 43 p. 884—871 (1922).

235 E. Hulthén et E. Bengtsson, Recherches sur les spectres de bande du cadmium. *C. R.* 175 p. 423—426 (1922). *Za. f. Phys.* 11 p. 284—293 (1922).

236 J. Steph. van der Linde, Die elektrodenlose Entladung des Quecksilberdampfes und des Cadmiumdampfes. *Za. für Phys.* 8 p. 145—151 (1922).

237 W. F. Meggers, 1921 report of committee on standard wave-lengths. *J. opt. Soc.* 6 p. 135—139 (1922).

238 L. Jankel und E. Lau, Über den Einfluß metallischer Oberflächen auf die Spektren von Hg, Cd, Hg u. O. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 582—587 (1923).

239 A. Kratzer, Die Feinstruktur einer Klasse von Bandenspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 72—103 (1923).

240 E. Hulthén, Über die Kombinationsbeziehungen unter den Bandenspektren. *Lund* 1923.

(241) F. Back, Zur Kenntnis des Zeemaneffektes. *Ann. d. Phys.* (4) 70 p. 333—373 (1923).

242 A. Kratzer, Über das Kombinationsprinzip und eine Klasse von Banden. *Za. für Phys.* 13 p. 82—84 (1923).

(243) St. Prunçipio, Sur l'aspect des raies de flamme, d'arc et d'étincelle dans les spectres d'arc des métaux, dans le vide. *C. R.* 176 p. 504—507 (1923).

244 A. Perard, Etude de quelques radiations du neon en vue de leur application à la métrologie. *C. R.* 176 p. 375—377 (1923).

Cer:

42a C. C. Kiess, R. S. Hopkins and H. C. Kromers, Wave-lengths longer than 5000 Å in the arc spectra of yttrium, lanthanum and cerium etc. *Bull. Bur. Stand.* 17 p. 318—351 (1921). *So. Pap.* 421.

46 D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. *Phil. Mag.* (6) 44 p. 646—673 (1922).

Chlor:

(109a) M. Kimura and M. Fukuda, Studies of the spectrum of chlorine. *Mem. Coll. Kyoto* 4 p. 155—161 (1920).

111a F. L. Mohler and O. D. Foote, Characteristic soft X-rays from arcs in gases and vapors. *Bull. Bur. Stand.* 17 p. 471—496 (1922). *So. Pap.* 425. *J. opt. Soc.* 5 p. 323—334 (1921).

- [112a] A. L. Narayana and D. Gunnayya, Emission and absorption of halogens in the visible and ultraviolet regions. *Phil. Mag.* (6) 45 p. 827—831 (1921).
- [115] E. von Angerer, Spektroskopische Messung der Elektronenaffinität von Chlor. *Zs. f. Phys.* 11 p. 187—189 (1922).
- [116] H. von Halban und K. Siedentopf, Die Lichtabsorption von Chlor. *Zs. phys. Chem.* 103 p. 71—90 (1922).
- [117] E. C. Kemble, The infra-red absorption spectra of diatomic gases and their ionization potentials. *Phys. Rev.* (2) 19 p. 394—395 (1922).
- [118] M. Siegbahn und V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. II. *Zs. für Phys.* 10 p. 159—168 (1922).
- [119] J. B. Spence and C. Holley, The infra-red absorption of hydrogen chloride in the region 8.5μ and at 200°C . *J. opt. Soc.* 7 p. 169—176 (1923). *Phys. Rev.* (2) 19 p. 397—398 (1922).
- [120] J. M. Ellis, The absorption spectrum of chloroform in the near infra-red. *Phys. Rev.* (2) 19 p. 546 (1922).
- [121] F. Paschen, Die Funkenspektren des Al. II. Teil. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 587 bis 591 (1923).
- [122] E. von Angerer, Versuche zur Erzeugung der Funkenspektren von Lithium. *Zs. für Phys.* 18 p. 118—119 (1923).
- [123] W. Jevons, The line spectrum of chlorine in the ultraviolet. *Proc. Roy. Soc. A.* 103 p. 193—204 (1923).
- [124] W. F. Colby, C. F. Meyer and D. W. Bronk, An extension of the fundamental infra-red absorption band of hydrogen chloride. *Astroph. J.* 57 p. 7—20 (1923).
- [125] J. J. Dobbie and J. J. Fox, The absorption of light by elements in a state of vapour. *Proc. Roy. Soc. A.* 99 p. 456—461 (1923).
- [126] F. Haber, Anregung von Gasspektren durch chemische Reaktionen. *Berl. Ber.* 1922, *Naturw.* 11 p. 94 (1923). — *Zs. f. Phys.* 9 p. 302—326 (1923).
- [127] R. A. Sawyer and A. L. Becker, The explosion spectra of alkaline earth metals. *Astroph. J.* 57 p. 94—113 (1923).

Cobalt:

- [104] P. W. Merrill, The behavior of spectral lines at the positive pole of the metallic arc. *Astroph. J.* 56 p. 475—482 (1922). *Mt. Wilson Contr.* 258.

Chrom:

- [96a] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025—1030 (1922).
- [100] C. C. Kless and H. Knudson, Series regularities in the arc spectrum of chromium. *Science* 51 p. 666 (1922).
- [101] M. Siegbahn und V. Dolejšek, Erhöhung der Meßgenauigkeit innerhalb der Röntgenspektren. II. *Zs. für Phys.* 10 p. 159—168 (1922).
- [102] H. Gieseler, Seriensusammenhänge im Bogenspektrum des Chrom. *Ann. d. Phys.* (4) 99 p. 147—160 (1922).
- [103] A. Sommerfeld, Über die Deutung verwickelter Spektren nach der Methode der inneren Quantenzahlen. *Ann. d. Phys.* (4) 70 p. 82—89 (1923).
- [104] G. Wentzel, Bemerkungen über Serienspektren, an deren Emission mehr als ein Elektron beteiligt ist. *Physik. Zs.* 24 k. 104—109 (1923).
- [105] M. A. Catalán, Estructura del espectro del átomo neutro del cromo. *An. Soc. Españ.* 21 p. 84—125 (1923).
- [106] M. A. Catalán, Sur la structure des spectres d'arc du molybdène, du sélénium et du chrome. *C. R.* 176 p. 247—248 (1923).

Caesium:

- [149] D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. *Phil. Mag.* (4) 43 p. 1070—1107 (1922).

- [142] H. B. Dorgelo, Die Intensität der Mehrfachlinien. *Za. für Phys.* 13 p. 206—210 (1923).
- [143] D. Coster, On the spectra of X-rays and the theory of atomic structure. *Phil. Mag.* 6 44 p. 546—573 (1922).
- [144] L. Dunoyer, Recherches sur la luminescence des gaz dans la décharge sans électrodes. *J. de phys. et le Rad.* 6 3 p. 261—292 (1922).
- [145] A. de Gramont, Raies ultimes et séries spectrales. *C. R.* 175 p. 1025—1030 (1922).
- [146] F. H. Newman, The visibility of individual spectra. *Phil. Mag.* (6) 45 p. 293—299 (1923).
- [148] L. Dunoyer, Spectres d'induction et spectre d'étincelle. *C. R.* 176 p. 950—953 (1923).
- [149] F. H. Newman, Relative visibility of spectra when an electric discharge is passed through the vapours of alkali amalgams. *Phil. Mag.* (6) 45 p. 181—189 (1923).

Celtium:

- [5] A. Dauvillier, Sur les séries I. du lutétium, de l'ytterbium et sur l'identification du celtium avec l'élément de nombre atomique 72. *C. R.* 174 p. 1347—1349 (1922).
- [6] H. M. Hansen and S. Werner, On Urbain's celtium lines. *Nat.* 111 p. 461 (1923).
- [7] H. M. Hansen and S. Werner, The optical spectrum of Hafnium. *Nat.* 111 p. 322 (1923).
- [8] G. Urbain, Sur le celtium, élément de numéro atomique 72. *C. R.* 176 p. 469—470 (1923).
- [9] D. Coster and G. Hevesy, On celtium and Hafnium. *Nat.* 111 p. 462—463 (1923).
- [10] A. Dauvillier, Sur le spectre de haute fréquence du celtium. *C. R.* 176 p. 676—679 (1923).

Kupfer:

- [188a] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. *Kodak. Bull.* 40 p. 81—93 (1914).
- [210] A. Campetti e A. Corsi, Sugli spettri di scintilla mediante la fiamma. *N. Im.* (6) 34 p. 117—127 (1922).
- [211] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelle dans l'eau. *J. de phys. et le Rad.* (6) 3 p. 300—325 (1922).
- [212] A. Dauvillier, Analyse de la structure électronique des éléments. *J. de phys. et le Rad.* 6 3 p. 221—261 (1922).
- [213] Sisir H. Mitra, Détermination des étalons spectroscopiques dans la région des petites longueurs d'onde. Thèse, Faculté de Paris 1923.
- [214] F. Hark, Zur Kenntnis des Zeemaneffektes. *Ann. d. Phys.* (4) 70 p. 833—872 (1923).
- [215] M. Siegbahn und A. Zäček, Über die relative Intensität der K-Linien in Röntgenspektren. *Ann. d. Phys.* 4 71 p. 187—194 (1923).

Dyspronium:

- [32] C. C. Kline, Wave-length measurements in the arc spectra of gadolinium and dyspronium. *Bull. Bur. Stand* 18 p. 645—700 (1923).

Fluor:

- [21] H. G. Gale, The spectrum of fluorine. *Phys. Rev.* (2) 19 p. 530 (1922).

Eisen:

- [188a] J. Evershed and T. Royds, On the displacement of the spectrum lines of iron in the electric arc. *Kodak. Bull. No.* 39 p. 71—81 (1914).

[182b] A. N. Ayyar, On the displacement at the sun's limb of lines sensitive to pressure and density. *Kodak. Bull.* No. 44 p. 113-116 (1914).

[182c] T. Royds, An investigation of the displacement of unsymmetrical lines under different conditions in the electric arc. *Kodak. Bull.* No. 40 p. 81-93 (1914).

[185a] J. Evershed and N. Ayyar, The displacement of the enhanced lines of iron at the centre of the sun's disc. *Kodak. Bull.* No. 48 p. 125-127 (1915).

[269a] L. et E. Bloch, Spectres d'étincelles dans l'eau. *J. de phys. et le Rad.* 6 3 p. 309-325 (1922).

[276] H. Nagaoka and T. Mishima, A combination of a concave grating with... *Astroph. J.* 57 p. 92-97 (1923).

[277] M. Siegbahn u. A. Zăček, Über die relative Intensität der K-Linien in Röntgenspektren. *Ann. d. Phys.* (4) 71 p. 187-198 (1923).

[278] H. Nagaoka and Y. Sugitara, Easy method of observing the Stark effect. *Nat.* 111 p. 481 (1923).

Allgemein:

W. M. Hicks, A treatise on the analysis of spectra. Cambridge 1922, 326 pp.

A. Fowler, Report on series in line spectra. London 1922 184 pp.

F. Paschen und R. Gütze, Seriensetze der Linienspektren. Berlin 1922, 154 pp.

2